TÜBİTAK

# Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Haziran 2023 Yıl 56 Sayı 667 - 11 TL

## EVRENDE YALNIZ MIYIZ?
## Dünya Dışı Yaşam

Türkiye'nin İlk Uzay Yolcuları ve Görevleri

İlk "Einstein" Karosu

Yaşlanma Karşıtı Teknolojiler

Van Gölü'nün "Biricik" Ekosistemi

ISSN 1300336D 67
9 771300 338001

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır."
*Mustafa Kemal Atatürk*

***Bilim ve Teknik***
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 56 Sayı 667
Haziran 2023

**İmtiyaz Sahibi**
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

**Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**
Doç. Dr. Rukiye Dilli

**Yayın Yönetmeni - Editör**
Dr. Özlem Kılıç Ekici

**Yayın Danışma Kurulu**
Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Evren Mutlugün
Prof. Dr. Faruk Soydugan

**Araştırma ve Yazı Grubu**
Dr. Özlem Ak
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
İlay Çelik Sezer

**Redaksiyon**
Dr. Nurulhude Baykal

**Grafik Tasarım-Web**
Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhur

**Mobil Uygulama**
Selim Özden

**Mali ve İdari Hizmetler**
M. Furkan Aktaş

**İletişim Bilgileri**
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi
Bilim ve Toplum Başkanlığı
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

**Abone İlişkileri**
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

**Baskı**
Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth.İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

**Baskı Tarihi** 23.05.2023

**Dağıtım** Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

*Bilim ve Teknik* Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 11 TL

**Her ayın 1'inde çıkar.**

**Evrende yalnız mıyız, yoksa Dünya dışında başka bir gök cisminde de yaşam var mı? Çok eski zamanlardan beri insanların kafasını kurcalayan bu soru günümüzde bilimsel çalışmalara konu olmaya devam ediyor. Dünya dışı yaşam çalışmaları sadece Güneş sistemi ile de sınırlı değil. Ötegezegenler üzerine çalışan gök bilimcilerin hedeflerinden biri de yaşama elverişli gezegenler keşfetmek. Her ne kadar ötegezegenlere araç gönderip onları doğrudan incelemek kolay olmasa da uzaktan gözlem teknikleri ile de yaşama dair bulgular elde etmek mümkün. Mahir E. Ocak bu ayki yazısında hem Güneş sisteminde hem de Güneş sisteminin dışında yaşam olasılığının araştırılması için hangi gök cisimlerinde, ne tür çalışmalar yapıldığına yer veriyor.**

Millî Uzay Programı kapsamında gerçekleştirilmesi planlanan Türkiye'nin ilk insanlı uzay görevinde görev alacak iki uzay yolcusu, TEKNOFEST kapsamında yapılan bir törenle kamuoyuna duyuruldu. Ülkemizin ilk uzay yolcularının kim olduğunu ve uzayda ne tür çalışmalar yapacaklarını merak ediyorsanız İlay Çelik Sezer'in yazısından tüm detayları öğrenebilirsiniz. Yazarımız bir diğer yazısında ise amatör bir şekil meraklısı tarafından keşfedilen ilk "einstein" karosunu ele alıyor. Matematikçilerin neredeyse 50 yıldır keşfetmeye çalıştığı einstein karoları, şimdiye kadar sadece var olması gerektiği kuramsal olarak tahmin edilen yapılardı. Bu yazı bize matematikte pek çok keşfin alanında yetkin bilim insanları tarafından yapılırken kimi keşiflerin de beklenmedik birilerinden, örneğin bir öğrenci ya da amatör bir meraklıdan gelebileceğini bir kez daha hatırlatıyor.

Mustafa Sarı, "Van Gölü'nün Biricik Ekosistemi" başlıklı yazısında bizleri keyifli bir yolculuğa çıkartıyor. Endemik bir balık türü olan inci kefalinin ilginç yaşam döngüsünü okuduğunuzda Van Gölü'nü en kısa zamanda ziyaret etmek için planlar yapmaya başlayacaksınız. Gürkan Caner Birer'in hazırladığı yazıda ise yaşlanma sürecini yavaşlatmayı ve yaşlandıkça yaşam kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan bir dizi tedavi, ürün ve yöntemi kapsayan teknolojik atılımlara göz atacağız.

Farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Matematik Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizdeki içerikleri de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilir, "TÜBİTAK Yayınlar" mobil uygulamasını da indirebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.
Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

# İçindekiler


## 14

**Dünya Dışı Yaşam**

Mahir E. Ocak

Yapılan araştırmaların büyük çoğunluğu Dünya'dakine benzer yaşam biçimlerini bulmaya odaklanıyor. Son zamanlarda üzerine çalışmalar yapılmaya başlanan bir alansa aşina olmadığımız, Dünya'dakine benzemeyen yaşam biçimlerinin nasıl keşfedilebileceği.

## 28

**Türkiye'nin İlk Uzay Yolcuları ve Uzay Görevinin Ayrıntıları Açıklandı**

İlay Çelik Sezer

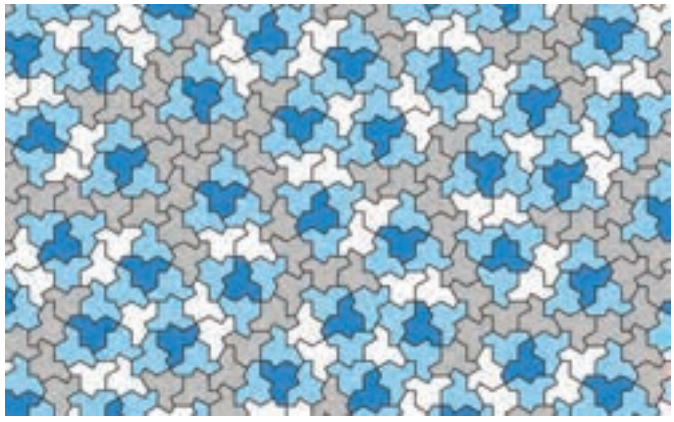
Millî Uzay Programı çerçevesinde belirlenen ilk Türk uzay yolcusunun gerekli eğitimleri aldıktan sonra 2023 yılı içerisinde uzaya gönderilmesi ve Uluslararası Uzay İstasyonu'nda çeşitli bilimsel araştırmalar gerçekleştirmesi hedefleniyor.

## 50

**Amatör Bir Şekil Meraklısı Tarafından İlk "Einstein" Karosu Keşfedildi**

İlay Çelik Sezer

Bütün bir düzlemi boşluksuz olarak kaplarken hiçbir şekilde kendini tekrar etmeyen bir desen oluşturan iki boyutlu özel geometrik şekillere "einstein" karosu deniyor. Matematikçilerin neredeyse 50 yıldır aramakta olduğu einstein karolarının ilki, emekli bir baskı teknisyeni tarafından keşfedildi.



**4**
***Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!***
Özlem Ak

**6**
***Haberler***

**26**
**Bilim Çizgi**
**Louis de Broglie**
Sinancan Kara

**36**
**Tekno-Yaşam**
Gürkan Caner Birer

**40**
**Yaşlanmayı Geciktirmeye Yönelik Teknolojik Atılımlar**
Gürkan Caner Birer

Yaşlanma karşıtı teknolojiler, yaşlanma sürecini yavaşlatmayı ve yaşlandıkça yaşam kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan bir dizi tedavi, ürün ve yöntemi kapsar.

**47**
**FDA İlk RSV Aşısını Onayladı**
Özlem Ak

**48**
**Merak Ettikleriniz**
Mesut Erol

**58**
**Uranüs'ün Halkalarının ve Uydularının En Çarpıcı Görüntüsü**
Özlem Kılıç Ekici

**60**
**Temiz Su İhtiyacını Karşılamak İçin Ümit Verici Gelişmeler**
Tuncay Baydemir

**62**
**Van Gölü'nün "Biricik" Ekosistemi**
Mustafa Sarı

Hem tuzlu hem sodalı suları Van Gölü'nü dünyada "biricik" bir ekosisteme dönüştürdü. Zira bu gölün ekosistemi hem deniz ve okyanuslardan hem de tatlı sulardan farklıdır. Bu yüzden de planktonlardan başlayarak bu farklılık tüm yaşam ağına yansır. Van Gölü inci kefali ise dünyada sadece Van Gölü'nde yaşayan endemik bir türdür.

**70**
**Bir İlacın Rengi, Onun Etkinliğini Değiştirebilir mi?**
Nurten Arslan Işık

Bir ilacın renginin kişinin ilacı denemeden önce bile ilaca ilişkin algısını etkileyebileceği ve hastaların farklı renkte bir muadil ilaca geçtiklerinde ilaçlarını kullanmaya devam etmek konusunda tedirgin ve kararsız oldukları, hatta bazı kişilerin ilaçlarını almayı bıraktıkları gözlemlenmiş.

**74**
**Bitki Bazlı Sıcak Köpükle Yabani Otlara Çözüm**
Özlem Ak

**76**
**İnsan Koku Reseptörünün İlk Üç Boyutlu Yapısı Haritalandı**
Özlem Ak

**78**
**Bilim Tarihinden Notlar: Thomas Young ve Işığın Dalga Modeli Çalışmaları**
Hüseyin Gazi Topdemir

**82**
**Doğa - Fauna**
**Madagaskar'a Özgü Domates Kurbağası**
Bülent Gözcelioğlu

**84**
**Gökyüzü:**
**Gökyüzünde Süzülen Kuğu**
Faruk Soydugan

**88**
**Düşünme Kulesi**
Ferhat Çalapkulu

**90**
**Satranç**
Kıvanç Çefle

**93**
**Ayın Sorusu**
(*Matematik*)
Azer Kerimov

**94**
**Zekâ Oyunları**
Emrehan Halıcı

**96**
**Yayın Dünyası**
İlay Çelik Sezer

*Dergimize "Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.*

Dergimizin elektronik dergi arşivi "services.tubitak.gov.tr/edergi" internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

**TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları internet sitesi yenilendi!**

**https://yayinlar.tubitak.gov.tr/ adresi üzerinden; dergilerimizin hem yeni hem de geçmiş sayılarını satın alabilir, ayrıca dergilerimize kolayca abone olabilirsiniz.**

Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

# Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

**Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:**

**bteknik@tubitak.gov.tr**

***Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.***

## "Keşfetmek harika bir duygu"

Merhaba,

*Bilim ve Teknik* dergisini ilk olarak ilkokul yıllarımda okumuştum. Sınıf öğretmenimizin öğrencilik yıllarında biriktirmiş olduğu dergileri öğrencilerinin kullanımına sunması bizler için gerçekten çok değerliydi. Ödünç aldığımız zamanlarda evde dergileri okumak, keşfetmek harika bir duyguydu. İnternet, bilgisayar bu zamanki gibi çok ulaşılabilir şeyler değildi. Ailemizde büyük ablalarımızdan abilerimizden bize miras kalan ansiklopedi, kitap ve dergilerin biz dört kardeşin okul hayatında çok katkısı olmuştur. Matbaacı olduğum için genelde kitapların ve dergilerin basım yılına bakmak bende bir alışkanlık haline geldi diyebilirim. Derginin eski sayılarına göz atarken bunlardan bir tanesinin doğum yılım olan 1991 yılındaki bir sayı olması beni hem şaşırtmış hem de çok mutlu etmişti. Çok değerli bir dergi benim için, uzun yıllar kütüphanemde saklamayı planlıyorum.

Ne kadar emek ve çalışma ile her ay yeni sayılar çıkartıyorsunuz. Bütün ekibinize çok teşekkür ediyorum. Selamlar, sevgiler, hürmetler…

Kudret Apuhan
Marmara Üniversitesi, Matbaa Öğretmenliği Mezunu
İstanbul Üniversitesi, Sosyoloji Bölümü 2. Sınıf Öğrencisi
Yazar ve Şair Olma Yolunda Bir Yolcu

## "*Bilim ve Teknik* ile yıllardır bitmeyen arkadaşlık"

Merhaba,

Babam *Bilim ve Teknik* dergisinin ilk sayısından bu yana bütün sayılarını hiç kaçırmadan almıştır. Son yaşadığım bir olayı sizinle paylaşmak istiyorum: Babam beni normal şartlarda gün içinde aramaz. Bir gün okul çıkışı aradı ve *Bilim ve Teknik* dergisini almamı söyledi. Benim için mi, kendisi için mi istediğini sordum. "Tabii ki kendime, Trabzon'da bulamadım, sen gelirken

yeni sayıyı getirir misin?" dedi. Ben de Ordu'dan derginin yeni sayısını buldum ve bu dergiyi babamla buluşturdum. Okumaya başladı ve yorgunluğun tesiriyle kucağında dergisiyle uyuyakaldı. Sadece sizi böylesine ilgiyle ve sevgiyle takip eden vefalı bir okurunuzun olduğunu bilmenizi istedim.

Sevgilerimle…
Emin Sivri

## "Herkese bilim öğrenme fırsatı"

Merhaba,

10. sınıf öğrencisiyim. *Bilim ve Teknik* dergisine geçen yıldan beri aboneyim. Her sayısını okuyamadım ama kendime bir plan hazırladım. Bu yaz okuyabildiğim kadar okuyacağım. Çünkü bilim adına yapılmış çalışmalardan bihaber olmak, isteyeceğim son şey olur.

Bu fırsatı bize sunduğunuz için teşekkürler TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* ailesi.

Pınar Arslan

## "Öğrenmenin verdiği zevk paha biçilemez"

Merhaba,

Küçükken annemin aldığı *Meraklı Minik* ile başladım bu serüvene. Meraklı olmayı her zaman çok sevmişimdir ve merakın getirdiği soruların cevaplanması kadar güzel bir şey yoktur. Öğrenmenin verdiği zevk paha biçilemez. *Bilim ve Teknik* bize bu öğrenme yolunda eşlik ettiği için çok mutluyum. Dergi sayesinde merakım daha da artıyor ve her sayısında yeni şeyler öğreniyorum. Güncel olaylar ve bilimsel gelişmeleri bizlere güvenilir bir şekilde aktardığınız için çok teşekkürler.

İyi ki varsınız TÜBİTAK ailesi…

Elzem Başarıcı

## "60 sene daha bırakamazsınız!"

Merhaba,

*Bilim ve Teknik*'in ilk çıktığı yıllardı. Neredeyse 60 sene olmuş. Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesinde, Felsefe Bölümünde son sınıfta okuyordum. Dergiyi 15. sayısında keşfetmiştim. Derginin Kavaklıdere'den Sıhhiye'deki gazete satış bayisine gelmesi nerdeyse 17 gün sürerdi. O zamanlar küçük boyutlardaki dergiyi devamlı alıp, ilgiyle okumaya başladım. Sınıf arkadaşlarımdan bazıları iki saniye bakıp geçerlerdi. Bense her sayısını sabırsızlıkla beklerdim.

Bu dergiyi bir defa alırsanız, 60 sene bırakamazsınız... İyi ki varsınız...

Aydın Baki Mutlu

## "Keyifli keşiflerde yıllardır benimle"

Merhaba,

Bilime olan merakımı ve ilgimi çocukluğumdan beri *Bilim Çocuk* ve *Bilim ve Teknik* dergileri ile besliyorum. *Bilim Çocuk* dergisiyle 20 yıl önce verilmiş olan çeşitli konulardaki kartları hâlâ muhafaza etmekteyim. Yıllardır çalışma odamın, ofisimin ve evimin duvarlarını başta Periyodik Tablo olmak üzere *Bilim ve Teknik* posterleri hep süslemiştir.

Keyifli keşiflerde yıllardır benimle olduğunuz için çok teşekkür ederim. Kızım *Meraklı Minik*, ben de *Bilim ve Teknik* aboneliğinin tadını çıkarıyoruz.

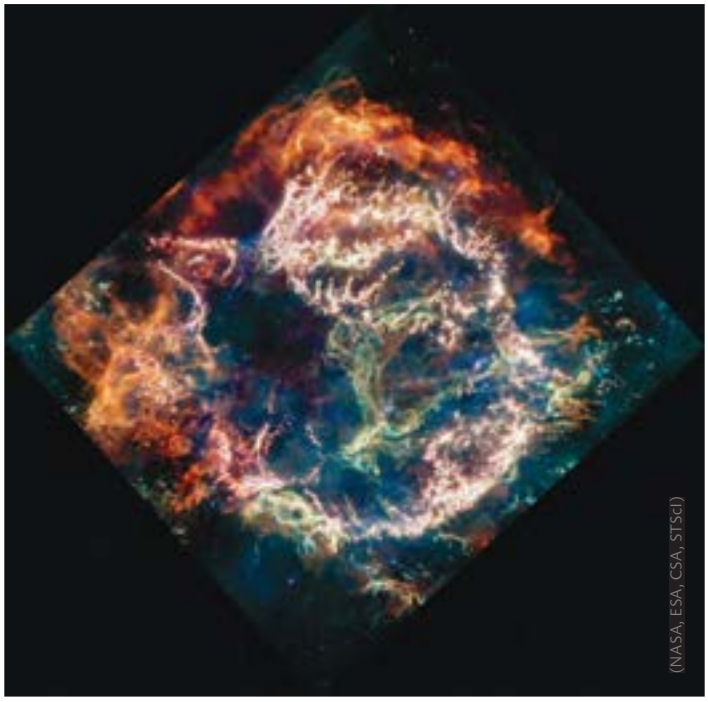
Emeklerinize sağlık.

Ali Özmen Kasapoğlu

# Haberler

## Galaksimizdeki En Genç Süpernova Kalıntısı

Özlem Kılıç Ekici




James Webb Uzay Teleskobu'nun orta kızılötesi kamerası olan MIRICam'in çoklu dalga boyu gözlemlerinin birleştirilmesi sonucu elde edilen yeni bir görüntü, yaklaşık 340 yıl önce büyük kütleli bir yıldızın yaşamının sona ermesi sonrasında oluşan süpernova kalıntısı Cassiopeia A'nın (Cas A) daha önce görülmemiş detaylarını ortaya koydu. Yaşam için gerekli olan bazı önemli elementleri yıldızlararası uzaya yayarak yeni yıldızların ve gezegenlerin oluşmasına katkı sağlayan Cas A gibi süpernovalar hakkında yapılan çalışmalar evrendeki kozmik tozun kaynağı gibi konularda önemli ipuçları sağlıyor.

Galaksimizdeki bilinen en genç süpernova kalıntısı olan Cas A, NASA'nın Chandra X ışını Gözlemevi de dâhil olmak üzere bir dizi yer tabanlı ve uzay tabanlı gözlemevi tarafından geniş çapta incelenen prototipik bir süpernova kalıntısı. Bizden 11.000 ışık yılı uzaklıktaki Cassiopeia Takımyıldızı'nda yer alan Cas A süpernova kalıntısının yaklaşık 10 ışık yılı genişliğe yayıldığı belirtiliyor.

Kızılötesi ışığın görünür ışık dalga boylarına dönüştürüldüğü yeni Cas A görüntüsünün çarpıcı renkleri, araştırmacıların yeni ortaya çıkarmaya başladığı zengin bilimsel bilgileri de barındırıyor. Elde edilen görselde kalıntının dış tarafında, özellikle üstte ve solda, ılık toz emisyonu nedeniyle turuncu ve kırmızı renkte görünen kısımlar bulunuyor. Bu durum, patlamış yıldızdan fırlatılan malzemenin çevredeki yıldız-ötesi gaz ve toza çarptığı yeri işaret ediyor.

Bu dış kabuğun iç kısmında ise kümeler ve düğümlerle bezenmiş parlak pembe renkte alacalı lifli kısım görünüyor. Bu renklenmeler de toz emisyonunun yanı sıra oksijen, argon ve neon gibi çeşitli ağır elementlerin karışımı nedeniyle parlayan yıldızın kendisinden gelen maddeyi temsil ediyor. Yıldız malzemesi, boşluğun iç kısmına yakın yerlerde daha sönük tutamlar hâlinde görülebilir. ■

## COVID-19 Artık "Küresel Sağlık Acil Durumu" Değil!

Özlem Ak

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), pandeminin "düşüş eğiliminde" olduğunu söyleyerek COVID-19'un uluslararası endişe verici bir halk sağlığı acil durumu olarak tanımlanmasına son verdiğini açıkladı. WHO Genel Direktörü Tedros Adhanom Ghebreyesus, 5 Mayıs'ta düzenlenen basın toplantısında yaptığı konuşmada, salgının bir yıldan uzun bir süredir düşüş eğiliminde olduğunu, aşılar ve enfeksiyonlar nedeniyle nüfusun bağışıklığının arttığını, bunun da ölümlerin azalmasına

ve sağlık hizmetleri üzerindeki baskının hafiflemesine yol açtığını ve bu eğilimin çoğu ülkenin COVID-19 öncesi hayata dönmesini sağladığını söyledi.

Aralık 2019'da Çin'deki ilk salgınının 18 ülkeye daha yayılmasının ardından, COVID-19, 30 Ocak 2020'de uluslararası halk sağlığı acil durumu ilan edilmişti. Bu, WHO'nun halk sağlığına yönelik küresel bir tehdit konusunda verebileceği en yüksek alarm olup; bu tür durumların olağanüstü nitelik taşıdığı, uluslararası bir halk sağlığı tehdidi oluşturduğu ve koordineli bir uluslararası yanıt gerektirdiği kabul

ediliyor. Geçtiğimiz 3 yıl boyunca COVID-19 nedeniyle yaklaşık 7 milyondan fazla kişinin hayatını kaybettiği tahmin ediliyor. Ancak Dr. Tedros, bu sayının 20 milyona yaklaşmış olabileceğini ifade ediyor ve virüsün hâlâ önemli bir küresel tehdit oluşturduğu uyarısında bulunuyor.

Uluslararası halk sağlığı acil durumunun sona erdirilmesi, pandeminin sona ermesine yönelik önemli bir sembolik adım. Bu aynı zamanda ülkelerin artık sağlık verilerini WHO ile paylaşmak zorunda olmadıkları anlamına da geliyor. Diğer yandan, yeni bir koronavirüs alt varyantı olan Arcturus, en az 31 ülkede yayılmaya devam ediyor ancak WHO bunun COVID-19'a neden olan diğer varyantlardan daha tehlikeli olmadığını söylüyor. WHO Bağışıklık, Aşılar ve Biyolojik Ürünler Direktörü Dr. Katherine O'Brien ise özellikle COVID-19 aşılama oranlarının yüksek olduğu ülkeler başta olmak üzere, dünyanın birçok ülkesinde ciddi hastalık ve ölüm riskinin düşük olduğunu ve WHO'nun açıklamasının virüsle mücadelenin sona erdiği anlamına gelmediğini belirtiyor. Bu noktada, aşılanmanın toplumların korunmasında gerçekten önemli bir rol oynadığının da altını çiziyor. ■

## Stresle Gelen Yaşlanmayı Tersine Çevirmek Mümkün mü?

Özlem Ak

Kaç doğum günü yaşadığınızdan ziyade DNA'nızdaki belirteçlere dayanan bir ölçü olan biyolojik yaşınız, stresli olaylara bağlı olarak yükselebilir -ama düşebilir de. Kalça ameliyatı olan, ağır COVID-19 geçiren veya hamile olan kişilerin DNA'larını analiz eden bir çalışmaya göre; vücudumuz stres altındayken biyolojik olarak yaşlanıyoruz ancak iyileştiğimizde tekrar gençleşiyoruz. Çalışmayı Harvard Üniversitesinden Vadim Gladyshev ile birlikte yürüten Kuzey Carolina'daki Duke Üniversitesinden James White'a göre, iyileşmek sayesinde saati en azından biraz geri sarabilecek bir mekanizmaya sahibiz.

Yaşı normalde kronolojik yaş olarak adlandırılan doğum günü sayısıyla ölçeriz. Ancak insanlar sigara içip içmedikleri veya yeterince uyuyup uyumadıkları gibi faktörlere bağlı olarak biyolojik bakımdan kronolojik yaşlarından daha yaşlı veya daha genç olabilirler. Biyolojik yaşı ölçmek için bilim insanları bu araştırmaları kapsamında, DNA üzerindeki metil grupları adı verilen ve yaşla ilişkili olan belirteç kalıplarını analiz eden "epigenetik saatler" geliştirdiler. White, Gladyshev ve meslektaşları bu saatleri, üç tür stresli olayın biyolojik yaş üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullandılar. Bunun için katılımcılardan toplanan kan örneklerinden elde edilen DNA'yı analiz ettiler.

İlk analizde ekip, yaş ortalaması 81 olan dokuz kişinin biyolojik yaşının kalça kemiği ameliyatı olduklarında

hızla arttığını ancak sonraki hafta içinde ameliyat öncesi seviyelere döndüğünü buldu. Daha sonra ekip, yaş ortalaması 60 olan 29 kişinin biyolojik yaşlarını, şiddetli COVID-19 ile hastaneye yatırıldıkları sırada ve taburcu olduktan sonra ölçtü. White, kadın katılımcıların biyolojik yaşının taburcu olduktan sonra düştüğünü ancak erkek katılımcıların biyolojik yaşının düşmediğini, bunun da muhtemelen erkeklerin hastalıktan tamamen kurtulmalarının ortalama olarak daha uzun sürmesinden kaynaklandığını belirtti.

Son olarak ekip, hamileliğin vücut üzerinde strese yol açtığı bilindiğinden hamile olan 200'den fazla kadını içeren dört çalışmadan elde edilen verileri derledi. Bu katılımcıların da biyolojik yaşları hamilelik süresince arttı ancak doğumdan altı hafta sonra hamileliğin erken dönemlerindeki seviyelerinin altına indi. Araştırmacılar farelerin de biyolojik yaşlarını hamilelik öncesinde, sırasında ve sonrasında ölçmek için epigenetik saatler kullandılar ve aynı sonuca ulaştılar.

Avustralya, Sydney Üniversitesinden Luigi Fontana, biyolojik yaşta kısa süreli dalgalanmalar olsa da genel eğilimin hâlâ yaşlanma yönünde devam ettiğini söylüyor. White ise artık biyolojik yaşlanmanın en azından biraz tersine dönebileceğinin bilindiğini, bunun da söz konusu tersine dönüşü daha da ilerletmek için bazı tedaviler geliştirme olasılığını artırdığını belirtiyor. ■

## Dünyanın En Güçlü Roketi Starship Neden Patladı?

Tuba Sarıgül

Dünyanın bu zamana kadar geliştirilen en güçlü fırlatma sistemi olan Starship'in ilk uçuş testi 20 Nisan'da gerçekleştirildi. Başarılı bir kalkış yapan Starship, yaklaşık 39 kilometre irtifaya ulaştıktan sonra irtifa kaybetmeye ve kendi etrafında dönmeye başladı, bir süre sonra da havada infilak etti.

Starship sistemi, Super Heavy olarak isimlendirilen bir roket sistemi ve Starship olarak isimlendirilen bir uzay aracından oluşuyor. Super Heavy'de 33 adet roket motorunun birlikte çalışması hedefleniyor. Fırlatma anına ait videolarda kalkıştan hemen sonra Starship'in roket motorlarından üçünün çalışmadığı görüldü. Starship yükselmeye devam ettikçe diğer motorlarda da arıza ortaya çıktı. Uçuşun yaklaşık 3. dakikasından sonra Straship irtifa kaybetmeye ve kendi etrafında dönmeye başladı. Daha sonra Starship'in Uçuş Sonlandırma Sistemi aktif hâle getirildi.

Bu sistem, enkazının yerdeki bir insana çarpma olasılığı ortaya çıkmadan, uzay aracının havada hızlı bir şekilde imha edilmesini sağlıyor.

SpaceX, Starship'in roket motorlarındaki arızanın sebebi ve roketin ilk uçuş denemesinin neden başarısız olduğu ile ilgili bir bilgi paylaşmadı. Ancak fırlatma anına ait videolar ve fırlatmadan sonraki fotoğraflar, kalkış anında roketten çıkan yüksek sıcaklık ve hızdaki gazların kalkış platformuna zarar verdiğini gösteriyor. Kalkış platformundan kopan beton parçalarının roket motorlarına zarar vermiş olabileceği düşünülüyor. Fırlatma sırasında roketten çıkan yüksek hızdaki sıcak gazların fırlatma platformuna ve çevreye zarar vermemesi için fırlatma platformlarının altına çoğunlukla alev yönlendirme sistemi kurulur. Ancak SpaceX, Starship'in fırlatılması sırasında böyle bir sistem kullanmadı.

SpaceX tarafından insanları Ay'a ve Mars'a taşıması için geliştirilen Starship, NASA'nın insanlı derin uzay görevleri için geliştirdiği Uzay Fırlatma Sistemi'nden (SLS) yaklaşık iki kat daha fazla itki üretebilecek ve yük taşıyabilecek şekilde geliştirildi. ■

## Ingenuity 50. Uçuşunu Tamamladı

Mahir E. Ocak

NASA tarafından 2021 yılında Mars'a gönderilen Perseverance aracı, içerisinde bir de minik helikopter taşıyordu. Ingenuity adı verilen minik helikopter yaklaşık iki yıldır Kızıl Gezegen'de test uçuşları yapmaya devam ediyor.

Ingenuity'nin Perseverance aracı tarafından çekilmiş bir fotoğrafı

Ingenuity, 13 Nisan'da 50. uçuşunu başarıyla tamamladı. Minik helikopter yaklaşık 2,5 dakika süren uçuş sırasında 320 metrenin üzerinde yol aldı. Bu sırada zeminden yaklaşık 18 metre yükselerek kendi irtifa rekorunu kırdı. Mars'ta uçuşun zorlukları ile ilgili testler yapması için geliştirilen helikopterin toplamda beş civarı uçuş gerçekleştirmesi planlanıyordu. Ancak Ingenuity beklenenin çok üzerinde bir performans sergiledi. Helikopter gelecekte de testler yapmaya ve topladığı verileri Perseverance aracılığıyla Dünya'ya iletmeye devam edecek.

Ingenuity ilk uçuşlarını Perseverance aracının indiği Jezero Krateri'nde gerçekleştirmişti. Ancak helikopter 19 Ocak'ta kraterin düzlüklerinden ayrıldı ve daha zorlu arazi koşullarında uçuşlar yapmaya başladı.

Mars helikopteri iki yıllık sürede toplamda 1,5 saate yakın havada kaldı ve bu sırada 12 kilometreye yakın yol aldı. Çeşitli aksamlarında aşınmaların başladığı belirtilen helikopterin çalışmaya devam edebildiği sürece kullanılması ve yeni testler yapılması planlanıyor. ■

## Son Yüzyılın En Büyük Doğal Patlaması

Mahir E. Ocak

Polinezya'daki Tonga Takımadaları civarında bulunan su altı yanardağı Hunga Tonga-Hunga Ha'apai, Aralık 2021'de yaklaşık yedi yıl aradan sonra yeniden harekete geçmişti. Volkanik patlamanın şiddeti yaklaşık dört hafta sonra zirveye ulaşmış ve 15 Ocak'taki patlamanın ardından tsunami yaşanmıştı.

Bilimsel çalışmalar, Tonga Takımadaları'nda tsunamiye yol açan volkanik patlamanın son yüzyıl içinde meydana gelmiş en büyük doğal patlama olduğunu gösteriyor. Dr. Sam

Purkis ve arkadaşlarının *Science Advances*'ta yayımladığı sonuçlara göre patlama 15 megaton büyüklüğündeydi. Bu değer volkanik patlamanın Hiroşima'ya atılan atom bombasından yüzlerce kat daha güçlü olduğu anlamına geliyor.

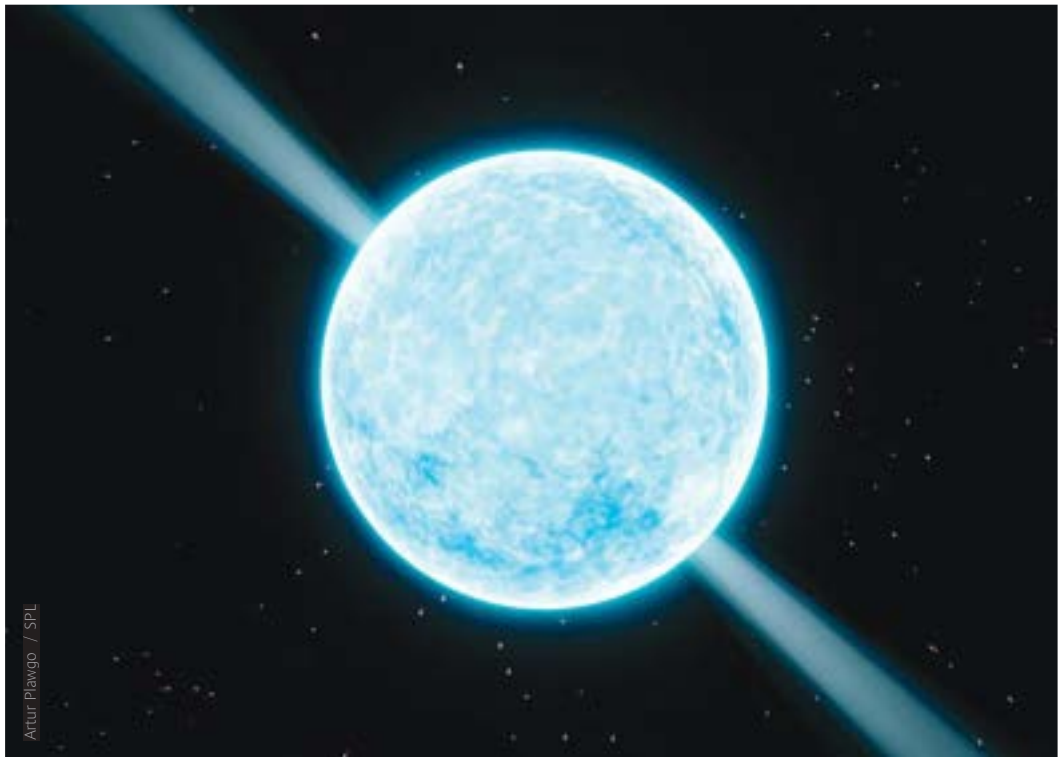
Tonga Krallığı, Polinezya bölgesindeki 171 adadan oluşuyor. Bu adaların 45'inde yerleşim var. Ocak 2022'de yaşanan patlama sonucunda, üzerinde insanların yaşamadığı Tofua Adası'nın kıyılarına yüksekliği 45 metreye, ülke nüfusunun yaklaşık %70'inin yaşadığı Tongatapu Adası'nın kıyılarına ise yüksekliği 17 metreye varan dalgalar vurmuştu. Ancak tsunami öncesinde alınan önlemler sayesinde yaklaşık 100.000 nüfuslu ülke sadece birkaç can kaybıyla felaketi atlatmayı başarmıştı. ■

## En Güçlü Manyetik Alana Sahip Pulsar Keşfedildi

Mahir E. Ocak

Pulsarlar ya da atarcalar kendi etraflarında çok hızlı bir biçimde dönen nötron yıldızlarıdır. Çok güçlü manyetik alanlara sahip olan bu gök cisimleri, manyetik kutuplarından radyasyon yayar. Gök cismi kendi etrafında dönerken bu ışımanın uzayda yayıldığı yön sürekli değişir. Işımanın yönünün zaman zaman Dünya doğrultusunda olduğu durumlarda yayılan radyasyon periyodik aralıklarla yeryüzünden gözlemlenebilir. Bilinen pulsarların çoğu radyo dalgaları yayar. Ancak görünür ışık, X ışınları ve gama ışınları yaydığı bilinen pulsarlar da vardır.

Bilimsel yazında PSR J0901-4046 olarak adlandırılan pulsar, 2020 yılında keşfedilmişti. Daha önceleri yapılan çalışmalar, pulsarın kendi etrafında yaklaşık 75,9 saniyede bir tur attığını göstermişti. Böylece PSR J0901-4046, bilinen pulsarlar arasında kendi etrafında en yavaş döneni olarak kayıtlara geçmişti. Son bilimsel çalışmalar PSR J0901-4046'nın aynı zamanda bilinen pulsarlar arasında en güçlü manyetik alana sahip pulsar olduğunu gösteriyor. Çalışmanın sonuçları *Science Advances*'ta yayımlandı. Rusya Bilimler Akademisi'ne bağlı Lebedev Fizik Enstitüsünde Prof. Dr. Denis Sob'yanin önderliğinde çalışmalar yapan bir grup araştırmacının elde ettiği sonuçlara göre, PSR J0901-4046'nın manyetik alanı $2{,}7 \times 10^{16}$ gausstan daha büyük. Bu değerin ne kadar büyük olduğunun anlaşılması için yeryüzündeki manyetik alanın büyüklüğünün 0,25-0,65 gauss arasında değiştiğini söyleyelim. ■




Pulsarlar kendi etraflarında hızla dönen nötron yıldızlarıdır. Bu gök cisimlerinin manyetik kutuplarından yayılan radyasyon periyodik aralıklarla yeryüzünden gözlemlenebilir.

## Nasıl Oluştuğu Açıklanamayan Bir Gezegen Keşfedildi

Mahir E. Ocak

Carnegie Bilim Enstitüsünden Shubham Kanodia önderliğinde çalışmalar yapan bir grup gök bilimci, TOI-5205 yıldızının etrafında dolanan bir gezegen keşfetti. Keşfedilen gezegene TOI-5205b adı verildi.

Araştırmacılar ilk olarak NASA'ya ait TESS uzay teleskobu ile bir ötegezegen adayı tespit ettiler. Daha sonra da yeryüzündeki çeşitli araçları kullanarak hem gezegenin varlığını doğruladılar hem de özelliklerini belirlediler. TOI-5205, M cüce türü yıldızların bir örneği. Gök adamızdaki en yaygın tür olan M cücelerin kütlesi ve sıcaklığı düşüktür. TOI-5205'in kütlesi Jüpiter'inkinin sadece dört katı kadar.

Yeni keşfedilen gezegenle ilgili ilginç noktalardan biri, gezegenin yaklaşık olarak Jüpiter büyüklüğünde bir gaz devi olması. M cüce türü yıldızlar, daha büyük kütleli yıldızlara kıyasla, ortalama olarak daha çok gezegene sahip. Ancak bu küçük kütleli yıldızların etrafında gaz devlerinin dolanması beklenen bir durum değil.

Yeni keşfedilen gezegenin nasıl oluştuğunun, gezegen oluşumu hakkında bilinenlerle açıklanamadığı belirtiliyor. Araştırmacılar TOI-5205b'yi gözlemlemeye devam ederek nasıl oluştuğunu anlamaya çalışacaklar. Elde edilecek sonuçlar, gezegenlerin oluşumu ile ilgili kabul gören kuramların güncellenmesini gerektirebilir. ■

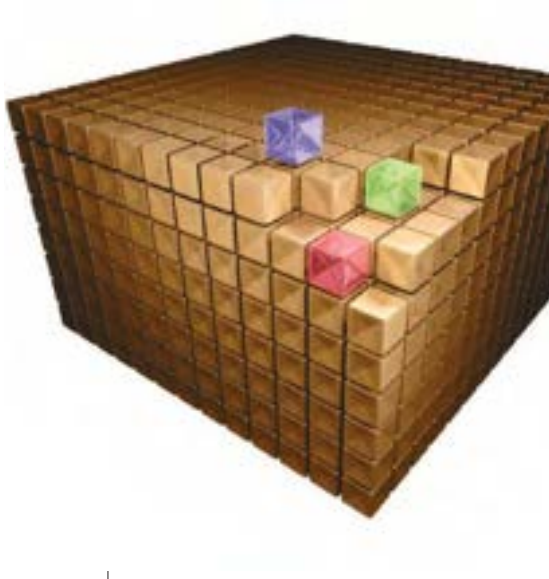
## Kristalleşme Sürecinin Gelişimi İncelendi

Mahir E. Ocak

Urbana-Champaign'deki Illinois Üniversitesinden ve Northwestern Üniversitesinden bir grup araştırmacı, tuzlu bir sıvının içinde bir araya gelen altın nanoparçacıkları aktarımlı elektron mikroskobuyla görüntüleyerek kristalleşme sürecinin gelişimini inceledi. Araştırmanın sonuçları *Nature Nanotechnology*'de yayımlandı.

Küçük atomların hareketlerini görüntülemek zordur. Bu yüzden araştırmacılar tuz kristalleri gibi tekil atomların bir araya gelmesiyle oluşan kristallerin değil, altın nanoparçacıkların bir araya gelmesiyle oluşan kristallerin oluşumunu incelemişler.

Elde edilen görüntülerde



nanoparçacıkların büyümekte olan kristal yapının etrafında

nasıl düzenli bir şekilde yerleştikleri görülebiliyor. Araştırmacılar parçacıkların içinde hareket ettiği sıvının bileşiminde ve nanoparçacıkların şeklinde değişiklikler yaparak, ortaya çıkan kristallerin pürüzsüz ya da pürüzlü olmasını sağlamayı da başarmışlar.

Aktarımlı elektron mikroskobu görüntüleri ile elde edilen kristalleşme süreci videosunu izlemek için karekodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz. ■

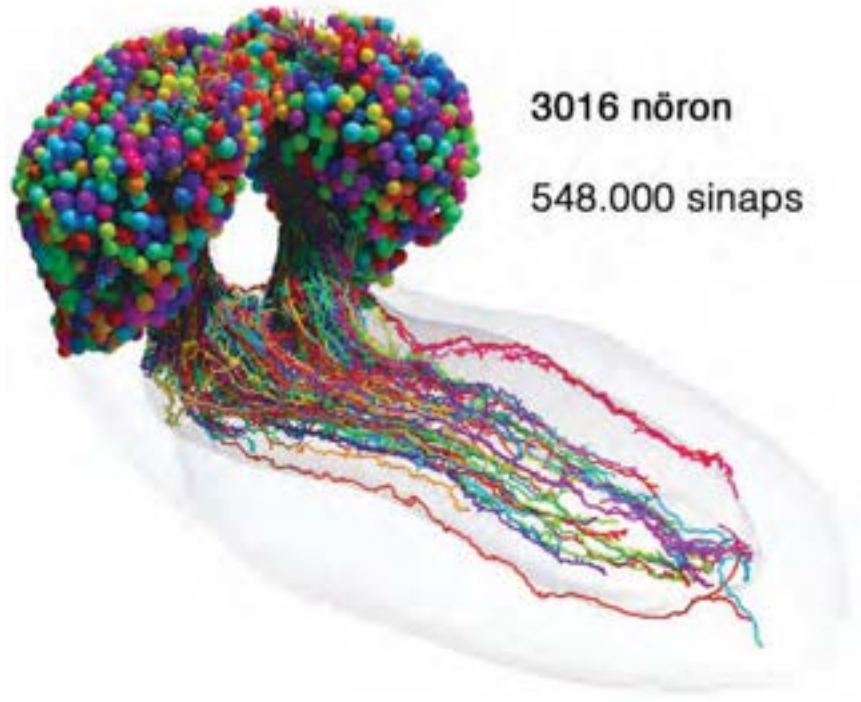
## Meyve Sineklerinin Beyni Haritalandı

Mahir E. Ocak

Sonuçları *Science*'ta yayımlanan bir çalışmada, Cambridge Üniversitesinden bir grup araştırmacı, meyve sineği larvalarının beyninin haritasını çıkardı. On iki yıla yayılan çalışmalar sırasında önce larvaların beyni elektron mikroskobuyla görüntülendi, daha sonra elde edilen görüntüler bir araya getirilerek üç boyutlu bir harita olusturuldu.

Geçmişte sadece üç hayvanın (iki tür solucan ve bir tür deniz üzümü) beyni haritalanabilmişti. Ancak bu hayvanların beyni sadece birkaç yüz nörondan oluşuyordu. Yeni çalışma sırasında ise 3.000'in üzerinde nöron ve 500.000'in üzerinde sinaps haritalandı.

Çalışmalar sonucunda meyve sineklerinin beyninde 93 ayrı tür nöron tespit edildi. En çok sinaps oluşturan nöronların yaklaşık %75'inin beynin öğrenme merkeziyle bağlantılı olduğu görüldü. ■

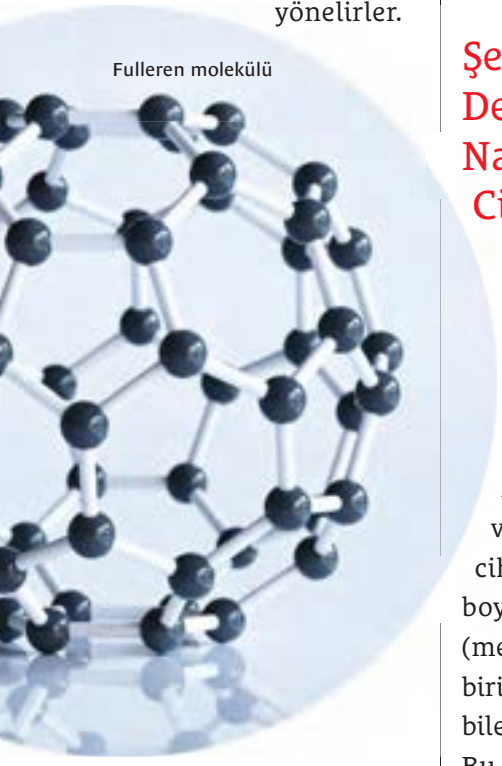



## Tek Molekülden Üretilen Devre Anahtarı

Mahir E. Ocak

Uyarılmış moleküller, haricî elektrik alana maruz kaldığında elektron yayar. Tokyo Üniversitesinden bir grup araştırmacının yakın zamanlarda *Physical Review Letters*'ta yayımladıkları bir çalışmanın sonuçlarına göre, fulleren moleküllerinin ışıkla uyarılarak elektron yayması sağlanarak tek bir molekülün transistörlere benzer biçimde devre anahtarı görevi görebileceği gösteriliyor. Deneyler sırasında lazer atımlarının özellikleri değiştirilerek elektronların hangi yönde yayılacağı arzu edildiği gibi ayarlanabiliyor. Fulleren molekülleri, karbon atomlarından

oluşan küre biçimli molekül-lerdir. Metallerin üzerinde konumlandıkla-rında belirli doğrultulara yönelirler.



Fulleren molekülü

Bu durum fulleren moleküllerinden yayılacak elektronların hangi doğrultuda yol alacağının tahmin edilmesine imkân verir.

Elektronik devrelerde elektronları yönlendirmek için anahtar görevi gören transistörler kullanılır. Gelecekte fulleren moleküllerinin anahtar görevi gördüğü devreler üretmek de mümkün olabilir. Araştırmacılar tek bir fulleren molekülünden oluşan bir anahtarın transistörlerden yaklaşık bir milyon kat daha hızlı çalışmasının mümkün olabileceğini düşünüyor.

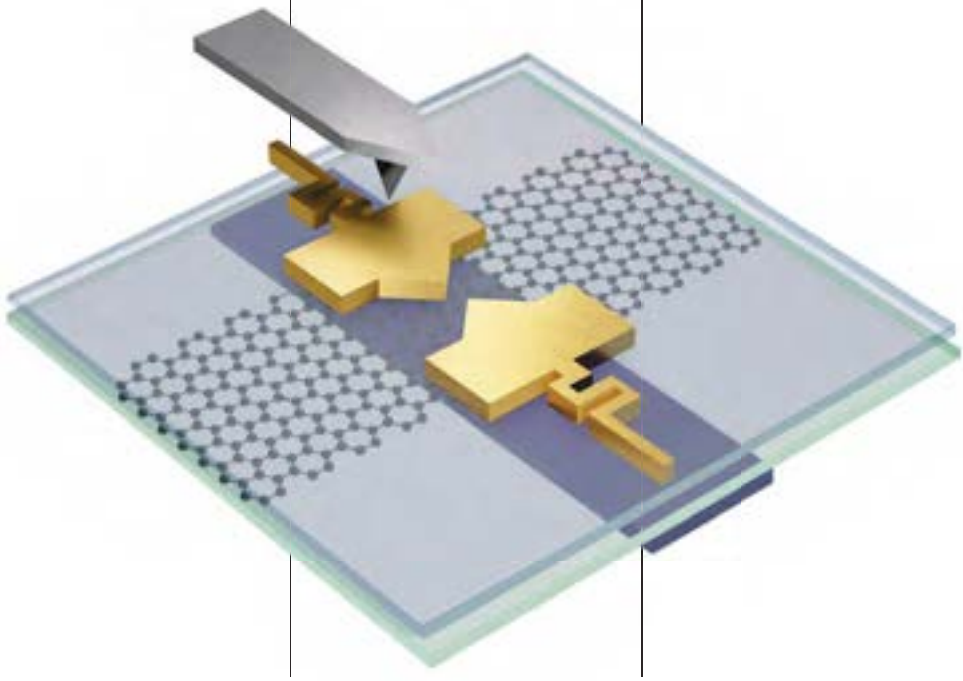
## Şekil Değiştirebilen Nanoelektronik Cihaz

Mahir E. Ocak

Akıllı telefonlar ve tabletler gibi cihazların içinde, boyutları nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğinde olan bileşenler bulunur. Bu nanoelektronik bileşenler statik cihazlardır yani bir kez üretildikten sonra yapılarında herhangi bir değişiklik olmaz. Irvine'daki California Üniversitesinden Prof. Dr. Javiar Sanchez-Yamagishi önderliğinde çalışmalar yapan bir grup araştırmacı ise yakın zamanlarda hareket eden kısımlara sahip nanoelektronik cihaz geliştirmeyi başardı. Geliştirilen cihaz katı hâlde olmasına rağmen şekil değiştirebiliyor.

Araştırmacılar keşfi şans eseri yaptıklarını söylüyorlar. Çeşitli ölçümler sırasında, altın nanotellerin, altlarındaki kristalli yapının üzerinde kaydığını fark etmişler. Araştırmacılar daha sonra yaptıkları gözlemden esinlenerek grafen ve altın nanoteller içeren ve şekil değiştiren nanoelektronik cihazlar üretmeyi başarmışlar. Araştırmanın sonuçları *Science Advances*'ta yayımlandı.

Altın iyi iletken olduğu için elektronik cihazlarda sıklıkla kullanılan bir malzemedir. Ancak yapılan keşfin gelecekte hangi gelişmelere yol açabileceği şu an için net değil. ■



# Dünya Dışı Yaşam

Dr. Mahir E. Ocak [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

**Evrende yalnız mıyız, yoksa Dünya dışında da canlılar var mı? Çok eski zamanlardan beri insanların kafasını kurcalayan bu soru günümüzde bilimsel çalışmalara konu oluyor. Yapılan araştırmaların büyük çoğunluğu Dünya'dakine benzer yaşam biçimlerini bulmaya odaklanıyor. Son zamanlarda üzerine çalışmalar yapılmaya başlanılan bir alansa aşina olmadığımız, Dünya'dakine benzemeyen yaşam biçimlerinin nasıl keşfedilebileceği.**

Mark Garlick / SPL

Uzay araştırmalarının onlarca yıldır odaklandığı konulardan biri de Dünya dışı yaşam. 1976 yılında Mars'a inen Viking 1 ve Viking 2 araçları Kızıl Gezegen'de yaşam izlerini aramak için tasarlanmıştı. Günümüzde Mars'a ve diğer gök cisimlerine gönderilen çeşitli uzay araçları da orada bugün yaşayan ya da geçmişte yaşamış canlılara dair kanıtlar tespit edebilecek cihazlarla donatılıyor. Dünya dışı yaşam çalışmaları sadece Güneş sistemi ile de sınırlı değil. Ötegezegenler üzerine çalışan gök bilimcilerin hedeflerinden biri de yaşama elverişli gezegenler keşfetmek. Her ne kadar ötegezegenlere araç gönderip onları doğrudan incelemek kolay olmasa da uzaktan gözlem teknikleri ile de yaşama dair bulgular elde etmek mümkün. Söz konusu Dünya'dakine benzer yaşam biçimleri olduğunda elde edilen verilerden çıkarımlar yapmak daha kolay. Ancak, eğer varsa, Dünya dışındaki canlılar aşina olduğumuz yaşam biçimlerinden çok farklı yapıda da olabilir. Bu yüzden günümüzde hangi koşullar altında canlıların yaşayabileceği, o koşullar altında yaşayan canlıların yapısının nasıl olabileceği ve bu canlıların varlığının nasıl tespit edilebileceği üzerine de çalışmalar yapılıyor.

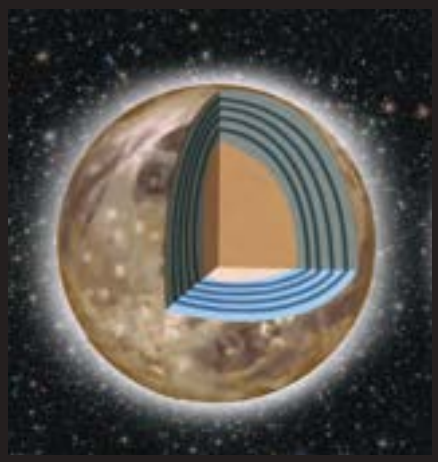
Dünya

# Güneş Sistemi

Aşina olduğumuz yaşam formlarının tamamı sıvı suyun varlığına bağımlı. Hem makro büyüklükteki hayvanlar ve bitkiler hem de mikroskobik canlılar büyük oranda sudan oluşuyor. Canlıların yaşamını devam ettirmesini sağlayan kimyasal tepkimeler su içerisinde gerçekleşiyor. Güneş sistemi içinde Dünya'dan başka gök cisimlerinde canlıların yaşayıp yaşamadığını merak eden araştırmacılar da doğal olarak sıvı suya ev sahipliği yaptığı bilinen ya da yapması muhtemel gök cisimlerine odaklanıyorlar.

Europa

Callisto



Ganymede

The Lunar And Planetary Institute, Nasa's Maven Mission / SPL

Mars günümüzde kurak bir gezegen olsa da bir zamanlar yüzeyinin sularla kaplı olduğunu gösteren bulgular var.

# Mars

Bir yıldızın etrafında, o yıldızın etrafında dolanan gezegenlerin yüzeyinde sıvı suyun bulunabileceği bölge yaşanabilir bölge olarak tanımlanıyor. Yaşanabilir bölgenin içinde kalan gezegenlerin yüzey sıcaklığı, suyun sıvı hâlde bulunmasına imkân veriyor.

Yıldızına çok yakın ya da çok uzak yörüngelerde dolanan gezegenlerin yüzeyindeki su ise sadece gaz ya da sadece katı hâlde bulunabiliyor. Bir gezegenin yörüngesinin yaşanabilir bölgede olması, yüzeyinin okyanuslarla kaplı olacağı anlamına gelmiyor. Gezegenin kimyasal yapısı, sahip olduğu su miktarı, atmosferinin yoğunluğu ve bileşimi gibi pek çok etken yaşama elverişli koşulların ortaya çıkmasını etkiliyor.

Güneş sisteminde Dünya'nın yanı sıra Mars da yaşanabilir bölgenin içerisinde bulunuyor. Ancak yeryüzünün dörtte üçü sularla kaplı olsa da Mars'ın yüzeyinde okyanuslar, denizler, göller bulunmuyor.

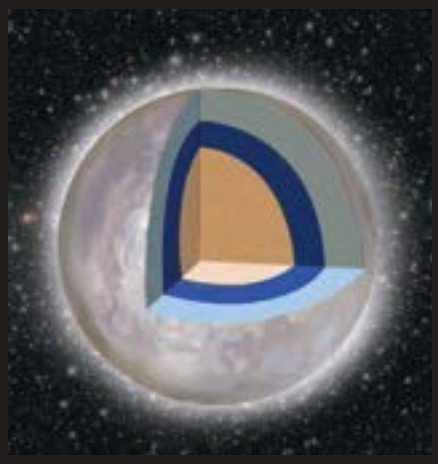
Her ne kadar bugün itibarıyla kurak bir gezegen olsa da uzak geçmişte Mars'ın yüzeyinde de sıvı su bulunduğunu gösteren bulgular var. Bu durum belki de bir zamanlar Mars'ta da canlıların yaşadığını düşündürtüyor. Hatta belki bugün bile Mars yüzeyinin derinlerindeki sulak bölgelerde canlılar yaşıyor olabilir.

Mars'a inen Viking araçları, bulundukları bölgedeki Mars topraklarına su ve besinler verildiğinde karbondioksit gazı açığa çıktığını gözlemlemişti. Başlangıçta bu durum karbondioksitin metabolik etkinlikler sonucu ortaya çıktığı şeklinde yorumlandıysa da daha sonraları yapılan testler bu çıkarımı doğrulamadı. Bugüne kadar ne uzak geçmişte ne de günümüzde Mars'ta canlıların yaşadığına dair bir bulguya ulaşılamadı.

Spencer Sutton / SPL

Titan

Enceladus



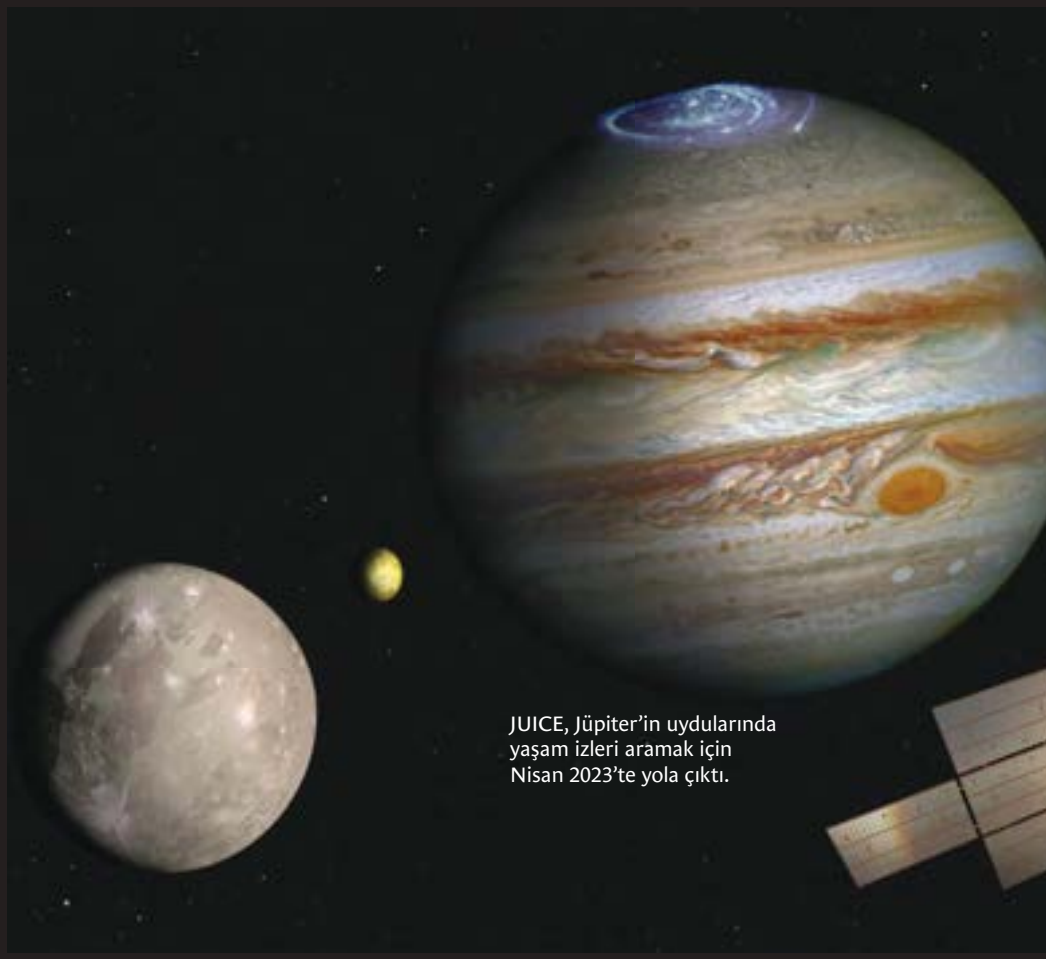
Triton

# Uydular

Yaşanabilir bölge bir gezegenin yüzeyinde sıvı suyun bulunmasıyla ilgili bir kavram. Ancak sıvı su bir gök cisminin yüzeyinin altında da bulunabilir. Güneş siteminde, yüzeyinin altında okyanuslar bulunduğuna dair güçlü kanıtlara ulaşılan çeşitli uydular var.

## Jüpiter'in Uyduları

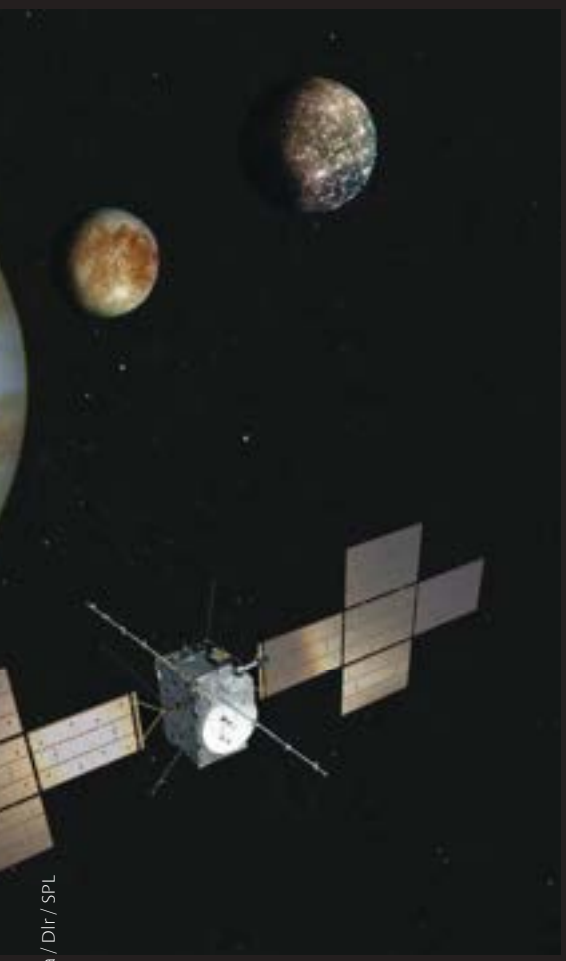
Jüpiter'in uydularından biri olan Europa, Güneş sistemindeki en pürüzsüz yüzeye sahip gök cismi. Galileo Galilei tarafından 1610 yılında keşfedilen dört uydudan en küçüğü olan Europa'nın yüzeyinin buzla kaplı olduğu biliniyor. 1995-2003 yılları arasında Jüpiter'in etrafında dolanan Galileo uydusu, Europa'nın buzlu yüzeyindeki çatlaklardan buhar püskürdüğünü tespit etti. Ayrıca Jüpiter'in manyetik alanının etkisiyle buharda elektrik akımlarının ortaya çıktığını da gözlemledi. Bu sonuçlar Europa'nın buzlu yüzeyinin altında suları tuzlu bir okyanus olduğu şeklinde yorumlanıyor. Tahminlere göre, 3.130 kilometre çapındaki uydunun 10 kilometre kalınlığındaki buzlu kabuğunun altında yaklaşık 100 kilometre derinliğinde bir okyanus var. Okyanusun dibindeki yüksek basınç nedeniyle uydunun mantosunun üzerinin buz-VII ile kaplandığı tahmin ediliyor. Dünya'daki hegzagonal yapılı buzun aksine, kübik yapılı olan buz-VII, tuzları verimli bir biçimde aktarabiliyor. Bu durum yaşamsal faaliyetlere enerji sağlayacak kimyasal süreçlere yardımcı olabilir.



JUICE, Jüpiter'in uydularında yaşam izleri aramak için Nisan 2023'te yola çıktı.

Jüpiter'in Ganymede uydusunun yüzeyinin altında da okyanuslar olduğu düşünülüyor. İlk olarak 1970'lerde uydunun yüzeyindeki buz katmanının altında derin bir okyanus olduğu, bu okyanusun altında da başka bir buz katmanı bulunduğu ileri sürülmüştü. Daha sonraları Galileo uydusunun yaptığı çalışmalar da bu düşünceyi destekledi. Geçtiğimiz on yılda yapılan araştırmalar ise Güneş sisteminin en büyük uydusunun yüzeyinin altında buz katmanları arasında sıkışmış birden fazla okyanus katmanı olduğuna işaret ediyor. Tahminlere göre daha derinlerdeki okyanusların suları daha tuzlu. Ayrıca bu okyanus katmanlarını çevreleyen buz katmanlarının kristal yapıları da birbirinden farklı. Tahminler doğruysa Ganymede'deki okyanusların toplam hacmi yeryüzünü kaplayanların 20 katından fazla.

Jüpiter'in en büyük ikinci uydusu olan Callisto'nun yüzeyinin altında da okyanus olduğu tahmin ediliyor. Bilimsel çalışmalar Callisto'nun derinlerinde iletkenliği yüksek bir



Esa / Atg Medialab / Nasa / J. Nichols / Jpl / University Of Arizona / Dlr / SPL

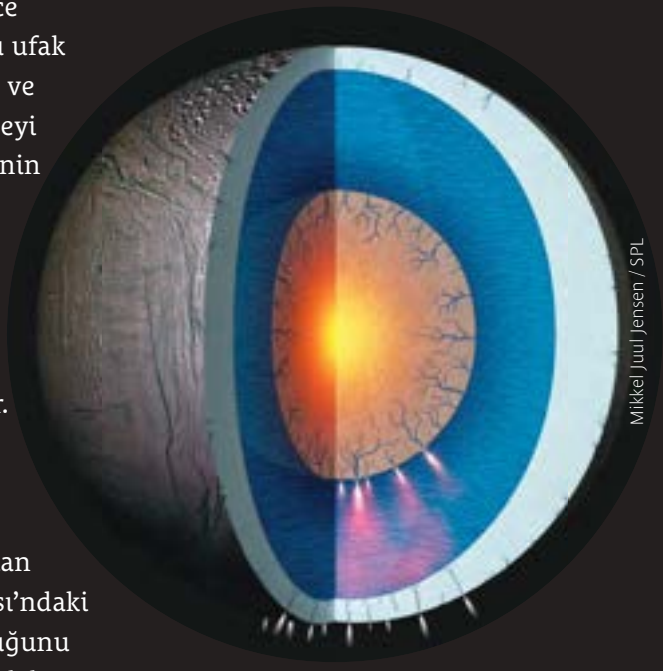
akışkan olduğuna işaret ediyor. Tahminlere göre, Calistonun 80-150 kilometre kalınlığındaki buzlu kabuğunun altında 150-200 kilometre derinliğinde bir okyanus olabilir. Ancak gök bilimciler arasında bu konuda bir uzlaşma yok. Gelecekte uydunun şekli ve kütle çekimi alanı üzerine yapılacak ölçümlerin tartışmalara nokta koyması bekleniyor.

Jüpiter'in uydularında yaşam olup olmadığı yakın gelecekte de bilimsel çalışmalara konu olmaya devam edecek. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) 14 Nisan'da kısaca JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) olarak adlandırılan bir uyduyu uzaya fırlattı. JUICE uydusunun 2031'de Jüpiter'e ulaşması, Aralık 2034'de de Ganymede'nin etrafında yörüngeye oturması planlanıyor. Uydunun 3,5 yıl boyunca Europa'yı, Ganymede'i ve Callisto'yu detaylı olarak incelemesi amaçlanıyor. NASA da Europa'yı incelemek amacıyla 2024 yılında uzaya bir uydu göndermek için çalışmalar yürütüyor. Europa Clipper adı verilen bu uydu, Jüpiter'in etrafında yörüngeye girecek ve yakınından geçtiği dönemlerde Europa hakkında veri toplayacak. Uydunun üzerinde buzlu yüzeyin altını incelemeye imkân veren bir radar ve organik molekülleri tespit edebilen bir spektrometre de bulunacak.

## Satürn'ün Uyduları

Yüzeyinin altında okyanuslar olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunan bir diğer uydu Enceladus. Satürn'ün sadece 504 kilometre çapındaki bu ufak uydusunun hayli pürüzsüz ve jeolojik olarak aktif bir yüzeyi var. Uydunun buzlu yüzeyinin güney kutbu civarından buhar püskürüyor.
Bu buharın bir kısmı donarak yüzeye düşüyor ve uydunun kar beyaz görünmesine neden oluyor. Uydunun çekiminden kurtulmayı başaran buhar ise Satürn'ün çekimine kapılıyor. Satürn'ün en dıştan ikinci halkası olan E Halkası'ndaki maddelerin büyük çoğunluğunu Enceladus'tan yayılan maddeler oluşturuyor.

Enceladus'tan yayılan buharlar ilk kez gözlemlendiğinde sadece güney kutbu bölgesinin derinlerinde bir okyanus olduğu düşünülmüştü. Ancak püsküren buharların sadece güney kutbu civarında gözlemlenmesi, büyük olasılıkla uydunun yüzeyini kaplayan buz katmanının güney kutbu civarında daha ince olmasından kaynaklanıyor. Son bilimsel çalışmalar, buzlu yüzeyin küresel bir okyanusun üzerinde yüzdüğüne işaret ediyor. Tahminlere göre bu okyanusun derinliği 25-30 kilometre civarında.
Ayrıca bu okyanusun altında muhtemelen Dünya'dakilere benzer hidrotermal bacalar var. Yerkürede okyanus tabanındaki hidrotermal bacaların civarı, okyanusların biyolojik olarak en



Mikkel Juul Jensen / SPL

Enceladus'ün güney kutbu civarından su buharı püskürüyor.

aktif bölgeleri arasında yer alır. Yerkürenin derinlerinde ısınmış, minerallerle dolu suların fışkırdığı bu bacalar canlılara enerji ve besin sağlar. Enceladus'taki hidrotermal bacalar da yaşamaya elverişli bir ortam oluşturuyor olabilir.

Enceladus Dünya dışı yaşam üzerine yapılacak çalışmalar açısından incelenmesi en kolay uydu olabilir. Çünkü uzay araçlarıyla hem yüzeyden püsküren buharlardan hem de Satürn'ün E Halkası'ndan örnekler toplamak görece kolay. NASA gelecekte Enceladus'u daha yakından incelemeyi planlıyor. Enceladus Orbilander adı verilen bir proje kapsamında, Enceladus'a uzay aracı gönderilmesi düşünülüyor. Proje hayata geçerse 2030'larda yola çıkacak uzay aracı 2050'lerde Enceladus'a ulaşacak. Araç ilk aşamada yaklaşık 1,5 sene uydunun etrafında dolanıp yüzeyden yayılan buharlardan örnekler toplayacak. Daha sonra uydunun üzerine inecek ve yaklaşık iki yıl boyunca uydunun buzlu yüzeyinde yaşam izleri arayacak.

Satürn'ün en büyük uydusu Titan da yaşam barındırma ihtimali olan bir diğer gök cismi. Christiaan Huygens tarafından 1655 yılında keşfedilen uydu ilk bakışta Dünya'ya benzer görünüyor. Etrafı yoğun bir atmosferle çevrili uydunun yüzeyinde nehirler, göller, denizler yer alıyor. Ancak bu nehirler, göller, denizler Dünya'dakiler gibi sudan değil büyük ölçüde etan ve metan gibi hidrokarbonlardan oluşuyor. Bildiğimiz yaşam formlarının bu akışkan ortamda yaşaması mümkün değil. Ancak Titan'ın derinlerinde de büyük oranda sudan oluşan bir okyanus bulunduğuna dair güçlü kanıtlar var. Cassini uzay aracının Ekim 2005-Mayıs 2007 arasında yaptığı gözlemler sırasında uydunun yüzeyindeki yapıların sistematik bir biçimde 30 kilometreye yakın yer değiştirdiği gözlemlendi. Bu durum uydunun dışındaki kayaç yapı ve bu yapının üzerindeki akışkan hidrokarbonların sıvı bir ortam üzerinde yüzdüğüne işaret ediyor. Bu okyanusta mikroskobik canlılar yaşıyor olabilir. Ancak kalın kayaç yapıyı aşıp derinlerdeki okyanusu incelemek ve bu konu hakkında bir fikir edinmek kolay değil.

Huygens adı verilen, Cassini uydusundan ayrılan bir sonda 2005 yılında Titan'ın yüzeyine inerek veri toplamıştı. NASA, 2027 yılında Dragonfly adı verilen bir aracı Titan'ın yüzeyine inmek üzere yola çıkarmayı planlıyor.

Nasa / Esa / Hubble Heritage Team (Stsci / Aura) / SPL

Yüzeyinin altında okyanuslar olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunan gök cisimleri arasında Satürn'ün uyduları Titan (turuncu) ve Enceladus (en soldaki parlak beyaz nokta) da var. Görselde Titan ve Encaladus'un yanı sıra Dione (soldaki beyaz nokta) ve Mimas (sağdaki beyaz nokta) da görülüyor.

Damian Peach / SPL

Neptün'ün uydusu Triton'un yüzeyinin altında okyanus olduğu tahmin ediliyor.

## Neptün'ün Uydusu Triton

Derinlerinde okyanus bulunduğu düşünülen bir diğer gök cismi de Neptün'ün en büyük uydusu Triton. Uydunun donmuş azot kaplı bir yüzeyi, çoğunlukla su buzundan oluşan bir kabuğu, buzlu bir mantosu ve kayaçlar ile metallerden oluşan bir çekirdeği var. 1989 yılında uydunun yakınından geçen Voyager 2, azot gazı püskürten gayzerler ve lava akıntılarına benzer yapılar gözlemlemişti. Bu durum uydunun jeolojik olarak aktif olduğunu ve yüzeyin altında okyanus olabileceğini düşündürtüyor. Bu düşüncenin ne ölçüde doğru olduğunun anlaşılabilmesi için yeni bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyuluyor.

Mark Garlick / SPL

# Güneş Sisteminin Dışı

Güneş sistemindeki Dünya dışı yaşamı doğrudan incelemek pek kolay bir iş değil. Güneş sistemindeki uzak gök cisimlerine gidecek araçların tasarlanıp üretilmesi ve uzaya fırlatılıp milyonlarca kilometre yol alarak hedefine varması bile yıllar sürüyor. Şayet uzak gök cisimlerindeki canlılar Dünya ile iletişim kurabilecek teknolojilere sahip zeki canlılar değillerse Güneş sistemi dışındaki yaşam hakkında uzaktan gözlemlerle bir fikir edinilmesi gerekiyor.

Şu an yaşayan ya da uzak geçmişte yaşamış canlıların varlığına dair bilimsel kanıt sunan maddeler biyoimza diye adlandırılıyor. Örneğin biyolojik süreçler sonucunda ortaya çıkan organik ya da inorganik maddeler canlıların varlığına işaret edebilir. Ancak biyoimzalar kesin kanıt sunmuyor. Örneğin fotosentez sonucunda oksijen açığa çıkıyor. Dolayısıyla üzerinde fotosentez yapan canlıların yaşadığı bir gezegenin atmosferinde yüksek miktarda oksijen gazı olması beklenir. Ancak oksijen gazı inorganik yollarla da oluşabildiği için, bir gezegenin atmosferinde yüksek miktarda oksijen gazı olması, tek başına, o gezenin üzerinde fotosentez yapan canlıların yaşadığını kanıtlamaz. Bugüne kadar Güneş sisteminin dışında bulunan binlerce gezegen keşfedildi. Bu ötegezegenlerin onlarcası yıldızının yaşanabilir bölgesinin içinde yer alıyor. Bazılarının kayaç yapıda olduğunu gösteren güçlü kanıtlar var. Hatta bazılarının yüzeyinde sıvı su olabilir.

Kimilerine göre uzayın büyüklüğü düşünüldüğünde evrenin zeki canlılarla dolup taşıyor olması gerekir. Kimilerine göreyse canlıların yaşamasına imkân verecek koşulların ortaya çıkması çok zor olduğu için Dünya dışı yaşam ihtimali çok düşük. Gök bilimci Frank Drake 1961 yılında Dünya dışı

zeki canlılarla iletişim kurma olasılığını değerlendirirken göz önünde bulundurulması gereken etkenleri içeren bir denklem ortaya atmıştı. Drake eşitliği olarak anılan bu denklem şu şekilde:

$N=R_* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L.$

Bu eşitlikte N, Samanyolu Gök Adası içinde şu an Dünya ile iletişim kurabilecek medeniyetlerin sayısını ifade ediyor. Eşitliğin sağ tarafında yer alan terimler ise şunlar: $R_*$, içinde bulunduğumuz gök adadaki ortalama yıldız oluşum oranı; $f_p$, etrafında gezegenler dolanan yıldızların oranı; $n_e$, canlıların yaşamasına imkân verecek gezegenlerin ortalama sayısı; $f_l$, üzerinde canlıların yaşadığı gezegenlerin sayısı; $f_i$, üzerinde zeki canlıların bulunduğu gezegenlerin sayısı; $f_c$, uzaya varlıkları hakkında sinyaller gönderebilecek teknolojileri geliştiren medeniyetlerin sayısı; $L$ ise bu medeniyetlerin uzaya sinyaller göndermeye devam edebilecekleri süre. Bu eşitliğin sağ tarafındaki terimlerin çoğunun sayısal değerinin ne olduğu bilinmiyor. Dolayısıyla eşitliği kullanarak bir hesap yapmak mümkün değil. Ancak Drake eşitliği, bu konuda göz önünde bulundurulması gereken etkenleri özetlemesi açısından önemli.

Lynette Cook / SPL

## Bilinmeyen Yaşam Formları

Dünya'daki canlılar hakkında büyük bir bilgi birikimine sahibiz. Temel yaşamsal faaliyetler hakkındaki bilgiler sayesinde Dünya'dakine benzer yaşam formlarının varlığına işaret edebilecek biyoimzalar hakkında fikir yürütebiliyoruz. Bilmediğimiz yaşam formları içinse aynı şeyleri söylemek zor. Doğası Dünya'ya benzemeyen bir gezegendeki canlıların yaşamsal faaliyetleri de Dünya'dakilere benzemeyebilir. Peki öyleyse aşina olmadığımız

Big Wave Productions / SPL

yaşam formlarının varlığı ya da yokluğu hakkında nasıl çıkarım yapabiliriz? Bu soruya bir cevap bulmak için "yaşamın ne olduğu", "canlıları cansızlardan ayıran temel şeylerin ne olduğu" ve benzeri daha temel soruların ele alınması gerekiyor.

Tüm canlıların ortak özelliği kendi benzerlerini üretebilmeleridir. Bir canlının kendi benzerlerini üretebilmesi için de kendi gövdesindeki "biyolojik bilgileri" bir biçimde yavrularına aktarabilmesi gerekir. Aşina olduğumuz yaşam biçimlerinde bu süreç gen aktarımı yoluyla oluyor. Canlılar kendi benzerlerini genlerindeki bilgileri yavrularına aktararak üretiyorlar. Ancak biyolojik bilgileri sonraki nesillere aktarmanın bugün bilinmeyen, çok çeşitli yolları olabilir.

Dünya'daki canlılarda biyolojik süreçlerin gerçekleşmesini sağlayan genetik bilgiler DNA (deoksiribo nükleik asit) diye adlandırılan moleküllerde kodlanıyor. DNA'lar dört tür nükleik asidin (adenin (A), guanin (G), sitozin (S), timin (T)) ikili sarmal hâlinde art arda dizilmesiyle oluşuyor. Bilmediğimiz yaşam formlarındaki biyolojik bilgiler farklı nükleik asitlerle ya da tamamen farklı moleküllerle kodlanıyor da olabilir. Örneğin, 2019 yılında yayımlanan bir çalışmada bir grup araştırmacı sentetik DNA molekülleri üretti. Sentezlenen moleküllerde aşina olduğumuz dört nükleik asidin yanı sıra P, Z, B ve S diye adlandırılan ve araştırmacılar tarafından tasarlanıp üretilmiş dört yeni nükleik asit de yer alıyordu. Araştırmacılar ayrıca DNA zincirlerindeki deoksiribozu başka moleküllerle değiştirmeyi de başarmışlardı. Elde edilen bu sonuçlar aşina olduğumuz DNA yapısının biyolojik bilgileri kodlamanın tek yolu olmadığını açıkça gösteriyor.

California Institute of Technology'den Stuart Barlett ve arkadaşlarının 2020 yılında yayımladıkları bir makaleye göre, şu dört koşulu sağlayan herhangi bir sistem canlı olarak sınıflandırılabilir: enerji yaymak, kendi kendine devam eden kimyasal tepkimeler yoluyla kendi benzerlerini üretmek, dış koşullar değişirken kendi iç koşullarını koruyabilmek, çevre hakkında bilgi edinerek varlığını devam ettirebilmek. Dünya'daki yaşam ise bu koşulları sağlayabilecek çok sayıda ihtimalden sadece biri. Başka hangi kimyasal süreçlerin bu koşulları sağlayabileceği ise deneysel ve kuramsal araştırmalarla belirlenebilir.

NASA bünyesinde kısaca LAB (Laboratory for Agnostic Biosignatures) olarak adlandırılan bir enstitü var. Bilmediğimiz yaşam formları üzerine çalışmalar yapılan bu enstitüde odaklanılan konulardan biri anahtar-kilit mekanizmaları. Bildiğimiz yaşam biçimlerinde gerçekleşen pek çok

Lynette Cook / SPL

süreç anahtar-kilit benzetmesiyle açıklanır. Bazı biyolojik moleküller kilitler gibidir, yalnızca belirli yapıdaki anahtarlarla çalışırlar. Örneğin hücre zarlarında sadece belirli yapıdaki moleküllerin bağlanabildiği reseptörler bulunur. Cansız nesnelerin yüzeyinde ise anahtar-kilit mekanizmalarında yer alabilecek yapılara pek rastlanmaz. LAB'da yapılan çalışmalarda bugün bilmediğimiz, ancak anahtar-kilit mekanizmalarında yer alabilecek moleküller keşfedilmeye çalışılıyor. Dünya dışı bir nesnede aşina olduğumuz canlılarda bulunmayan ancak bir kilit-anahtar mekanizmasında yer alabilecek yapılar araştırılarak Dünya dışı yaşamın izleri aranabilir.

Dünya dışı canlıları tespit etmek için kullanılabilecek bir başka kriter, dengeden uzak olma durumu. Örneğin bir bitki kendisini çevresiyle dengeye gelmekten alıkoyar. Belirli bir gövdesi vardır. Kimyasal bileşimi ve yapısı çevresinden çok farklıdır. Ancak bitki öldükten sonra durum değişir. Zaman içinde gövde parçalanır. Bitki kalıntıları ve çevresi arasında yaşanan etkileşimler sonucunda sistem yavaş yavaş dengeye ulaşır. Uzak bir gök cismindeki bir canlının da kendini çevresiyle dengeye gelmekten alıkoyabilmesi gerekir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalardan biri Dünya dışı örneklerdeki element ve izotop türlerini incelemek olabilir. Belirli elementler ve izotoplar canlıların gövdelerinde yoğunlaşır. Mesela bir örnekte potasyum atomlarının belirli noktalarda yoğunlaştığı görülürse bu durum örneğin biyolojik olduğuna dair bir ipucu olabilir.

İçinde canlıların bulunduğu bir ortamı tespit etmenin bir yolu da sistemi farklı ölçeklerde incelemek olabilir. Mikroskobik canlıların kimyasal yapısı, içinde bulundukları ortamınkine görece daha çok, makroskobik canlıların kimyasal yapısı ise içinde bulundukları ortamınkine görece daha az benzer. Ayrıca bir ortamdaki mikroskobik canlıların sayısının, Dünya'da olduğu gibi, aynı ortamdaki makroskobik canlılarınkine kıyasla çok daha fazla olması beklenir. Dünya dışı bir örnekte, kimyasal yapısı çevresine daha çok benzeyen çok sayıda küçük birim ve kimyasal yapısı çevresine daha az benzeyen az sayıda büyük birim varsa, bu durum bir biyolojik sistemin varlığının işareti olabilir.

Canlıları cansızlardan ayıran en belirgin özellikse hiç kuşkusuz karmaşıklıktır. Canlıları meydana getiren maddelerin yapısı cansızlara göre çok daha karmaşıktır. Ancak bir maddenin ne kadar karmaşık olduğu nasıl ölçülebilir? LAB ile ortak çalışmalar yürüten, Glaskow Üniversitesinden Leroy Cronin ve arkadaşları bu amaçla kullanılabilecek bir yöntem öne sürdü.

Mark Garlick / SPL

Araştırmacılar, kütle spektrometresi ile bir maddenin karmaşıklığı hakkında fikir edinilebileceğini ve canlı olup olmadığının anlaşılabileceğini iddia etti. Kütle spektrometresi yönteminde, bir maddeyi oluşturan bileşenler, kütle/elektrik yükü oranlarının ölçülmesiyle belirlenir. Cronin ve arkadaşlarına göre ölçüm sonuçlarındaki kütle/yük oranları ne kadar çeşitliyse malzeme o kadar karmaşık yapılıdır. Araştırmacılar bu düşüncelerini deneyler yoluyla da test etti. Sonuçlar, bir malzemenin ne ölçüde karmaşık olduğunun kütle spektrometresi ile anlaşılabileceği düşüncesini destekliyor. Nature Communications dergisinde yayımlanan sonuçlar, bu yöntemin en zor testlerden bile başarıyla geçtiğini gösteriyor. Örneğin araştırmacılar bu yöntemi Murchinson meteoriti olarak adlandırılan yaklaşık 100 kilogram kütleli, organik maddelerle dolu bir gök taşından alınan örneklere uyguladı. Sonuçlar, bugüne kadar Dünya'ya düşmüş en karmaşık yapılı meteoritlerden biri olarak görülen taşın (organik maddeler içermesine rağmen) canlı değil, ölü olduğunu gösterdi. Araştırmacılar yöntemi yaklaşık 14 milyon yıllık bir fosil ile de test etti. Her ne kadar çok uzun süre önce ölmüş bir canlıya ait olsa da ölçümler, örneğin kökeninin bir canlı olduğu sonucunu verdi. Yöntemin gelecekte Dünya dışı örnekleri incelemek için kullanılması planlanıyor.

# Sonuç

Dünya dışı yaşam üzerine onlarca yıldır bilimsel çalışmalar yapılıyor. Güneş sistemi içinde Dünya'dakine benzer canlılara ev sahipliği yapabilecek tek gezegen olarak Mars öne çıkıyor. Her ne kadar bugün kurak bir gezegen olsa da bir zamanlar yüzeyinde yüksek miktarda su bulunduğunu gösteren kanıtlar var. Uzak geçmişte Mars'ta canlılar yaşamış olabilir, hatta belki bugün de Mars yüzeyinin altındaki su birikintilerinde mikroskobik canlılar olabilir. Ancak bugüne kadar Mars'ta yaşamın varlığına dair herhangi bir bulguya ulaşılamadı. Güneş sisteminde canlıların yaşama olasılığı en yüksek gök cisimleri arasında Jüpiter, Satürn ve Neptün'ün uyduları yer alıyor. Bu uyduların yüzeyi katı hâlde olsa da yüzeylerinin altında okyanuslar bulunduğuna dair bulgular var. Bu uydularda yaşam olup olmadığı yakın gelecekte de detaylı bilimsel araştırmalara konu olmaya devam edecek.

Güneş sisteminin dışındaki yaşam hakkında fikir edinmek için günümüzde üzerinde sıvı su bulunabilecek gezegenlerin keşfine ve bu gezegenlerde biyoimzalar olup olmadığının belirlenmesine odaklanılıyor. Ancak günümüz teknolojileriyle uzaktan tespit edilebilecek biyoimzaların varlığı bu gök cisimlerinde canlıların da var olduğunu kesin olarak kanıtlamıyor. Güneş sisteminin dışındaki yaşam hakkında net bir fikir edinmek ancak birden fazla yöntemle elde edilecek çok sayıda bulguyla mümkün olabilir.

Dünya'dakilere benzemeyen yaşam biçimlerinin nasıl keşfedilebileceği ise yakın zamanlarda gelişmeye başlamış bir alan. Konu üzerine çalışan araştırmacılar canlıları cansızlardan ayıran temel özelliklere odaklanıyor, bir ortamda canlıların yaşayıp yaşamadığının tespit edilmesinde kullanılabilecek genel yöntemler geliştirmeye çalışıyor. ■

**Kaynaklar**


• Scoles, S., "The Search for Extraterrestrial Life as We Don't Know It", *Scientific American*, Cilt 328, Sayı 2, p. 32-39, 2023.

• Boyle, R., "The Six Moons Most Likely to Host Life in Our Solar System", *Scientific American*, Cilt 328, Sayı 5, p. 37-41, 2023.

• Marshall, S. M. ve ark., "Identifying molecules as biosignatures with assembly theory and mass spectrometry", *Nature Communications*, Cilt 12, s. 3033, 2021.

• Kempes, C. P., ve ark., "Generalized Stoichiometry and Biogeochemistry for Astrobiological Applications", *Bulletin of Mathematical Biology*, Cilt 83, Makale No: 73, 2021.

# Bilim Çizgi

Sinancan Kara [ *btcizgiroman@tubitak.gov.tr*

# Louis de Broglie

1930 YILI, KUZEY FRANSA. BROGLIE AİLESİNİN ŞATOSU'NDA AKŞAM YEMEĞİ VAKTİ OLMAK ÜZERE...
BROGLIE AİLESİ, FRANSA'NIN ARİSTOKRAT AİLELERİNDEN BİRİDİR. BROGLIE BÖLGESİ'NİN DÜKLERİ OLAN BU SOYLU AİLE, 1600'LÜ YILLARDAN BERİ FRANSA'DA ASKERİ İDARECİLİK YAPMIŞTIR.
KÜÇÜK KARDEŞİM NE ZAMAN GELECEK ACABA? UZUN ZAMANDIR TÜM AİLE TOPLANAMADIK.
SİZİN İÇİN MAAİLE BİR AKŞAM YEMEĞİ ÇOK ZOR OLMALI.
LOUIS BİLİMSEL ÇALIŞMALARA KENDİNİ İYİCE KAPTIRDI.
SAVAŞ SIRASI EIFFEL KULESİ'NDE RADYODAN SORUMLUYDU.
BAK İŞTE GELMİŞ. ORADA.
İŞTE AİLENİN NOBEL ÖDÜLÜ SAHİBİ, ÇOK DEĞERLİ ÜYESİ.
BİR O KADAR DA TEVAZU SAHİBİDİR BENİM EN KÜÇÜK KARDEŞİM!
DALMIŞIM. SİZİ GÖREMEDİM. NASILSINIZ?
NOBEL FİZİK ÖDÜLÜ İÇİN TEKRAR TEBRİK EDERİM LOUIS!
ABLANA LOUIS GELSE DE FİZİK KONUŞSAK DİYORDUM. NEYDİ SENİN TEZİN? MADDE BİR DALGA FORMUDUR MU DİYORDUN?
ŞEY, BİRAZ DAHA KARMAŞIK. ASLINDA. AMA EN BASİT TABİRLE, ETRAFIMIZDAKİ MADDENİN IŞIK FOTONLARI GİBİ DAVRANDIĞINI İDDİA ETTİM.
BU İDDİA KANITLANINCA DA NOBEL FİZİK ÖDÜLÜ'NÜ ALDIM.
ASIL ÖNEMLİ OLAN ÖDÜL DEĞİL TABİİ.
IŞIK FOTONLARI GİBİ DAVRANMAK NE DEMEK?
MESELA İĞNE DELİĞİNDEN IŞIK GEÇER AMA BEN BU TAŞI ALIP İĞNE DELİĞİNDEN GEÇİRMEYE ÇALIŞSAM...
SENİN TEORİNE GÖRE BU MÜMKÜN MÜ?

ASLINDA TAM OLARAK ÖYLE DEĞİL. ÖNCE BİR BAŞTAN ALALIM. ELEKTRON GİBİ ATOMALTI PARÇACIKLARA BAKTIĞIMIZDA, KESİN BİR KONUMLARI VE HIZLARININ OLMADIĞINI GÖRÜYORUZ. KUANTUM FİZİĞİNDEKİ GELİŞMELER BUNU GÖSTERDİ.
BEN MADDENİN, ENERJİSİ ORANINDA BİR DALGA BOYUNA SAHİP OLDUĞUNU İLERİ SÜRDÜM. MESELA ELEKTRONUN KONUMU, ONU GÖZLEDİĞİMİZDE BİR NOKTAYA ÇÖKER.
ÇİFT YARIK DENEYİNDE-
ÇİFT YARIK DENEYİ Mİ?
LOUIS BİLMEDİĞİMİZ KONULARI ÇOK BASİT ŞEKİLDE AÇIKLAYABİLİYOR.
SENCE DE ÖYLE DEĞİL Mİ?
EVET, BUNA KATILIYORUM. AMA BU KONUDA BİRAZ FİKİR SAHİBİYİM. ÇİFT YARIK DENEYİNDE İKİ YARIKLI BİR DUVARA IŞIK TUTTUKLARINDA IŞIK KIRINIMA VE GİRİŞİME UĞRUYOR.
AMA BİZ MADDEDEN SÖZ ETMİYOR MUYDUK?
BİZİ OLUŞTURAN ELEKTRON DA TIPKI IŞIK GİBİ DAVRANIYOR.
ELEKTRONLARI ÇİFT YARIKLI BİR DUVARA YOLLAYALIM.
ELEKTRON TIPKI BİR IŞIK DALGASI VEYA BİR SU DALGASI GİBİ GEÇER BURADAN.
TEPELERİN BİRLEŞTİĞİ YERLERDE BULUNMA OLASILIĞI BÜYÜR.
BU YÜZDEN TEPELERİN EN ÇOK BİRLEŞTİĞİ YERDE, EN ÇOK SAYIDA ELEKTRON BİRİKİR!
TAMAM DA İĞNE DELİĞİNE TAŞ FIRLATSAK ORADAN GEÇER Mİ SORUSUNUN CEVABINI HÂLÂ VERMEDİN, DEĞİL Mİ LOUIS?
MADDENİN DALGA BOYU, ENERJİSİ İLE ORANLI DEDİN. TAŞIN KÜTLESİ, DOLAYISIYLA ENERJİSİ, ELEKTRONA GÖRE ÇOK YÜKSEK. YANİ GEÇEMEZ, İLGİNÇ!
DİKKATLİ DİNLEDİYSENİZ ASLINDA VERDİM.
LOUIS DE BROGLIE (1892 - 1987)
FRANSIZ ARİSTOKRAT VE FİZİKÇİ. 1924'TE YAZDIĞI DOKTORA TEZİNDE, MADDENİN ENERJİSİ ORANINDA DALGA BOYUNA SAHİP OLDUĞUNU VE TIPKI FOTON GİBİ DALGA ÖZELLİĞİ GÖSTERDİĞİNİ SAVUNDU. MADDE DALGASI KONSEPTİ, DENEYSEL OLARAK KANITLANDIĞINDA 1929 NOBEL FİZİK ÖDÜLÜ KENDİSİNE VERİLDİ. MADDENİN DALGA ÖZELLİĞİ, SCHRÖDİNGER VE BOHM GİBİ ÇAĞDAŞLARI TARAFINDAN KUANTUM FİZİĞİNİN İLERLETİLMESİNDE KULLANILDI. İSVİÇRE'DEKİ CERN LABORATUVARINI KURMA FİKRİNİ İLK ORTAYA ATANLARDAN BİRİ OLAN BROGLIE, ÇOK SAYIDA BİLİMSEL BAŞARI VE ÖDÜL SAHİBİ OLDU. 1960'TA BROGLIE DÜKÜ OLDUKTAN SONRA 1987'DE, 95 YAŞINDA İKEN HAYATINI KAYBETTİ.

# Türkiye'nin İlk Uzay Yolcuları ve Uzay Görevinin Ayrıntıları Açıklandı

İlay Çelik Sezer [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

**Millî Uzay Programı kapsamında Cumhuriyet'in 100. yılında gerçekleştirilmesi planlanan Türkiye'nin ilk insanlı uzay görevinde görev alacak iki uzay yolcusu, bu yıl altıncısı gerçekleştirilen TEKNOFEST kapsamında 29 Nisan'da yapılan bir törenle Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan tarafından duyuruldu. İki uzay yolcusu görev sırasında ülkemizin çeşitli üniversitelerine ve araştırma kurumlarına mensup bilim insanları tarafından tasarlanan projeler kapsamında deneyler gerçekleştirecek.**

dima_zel / iStock

Ales_Utovko / iStock

TÜBİTAK ve 2018 yılında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile kurulan Türkiye Uzay Ajansı (TUA) iş birliği ile hazırlanan Millî Uzay Programı ilk kez 9 Şubat 2021 tarihinde açıklanmıştı. Türkiye'nin uzay alanındaki gelecek 10 yıl hedeflerinin ortaya konduğu Millî Uzay Programı kapsamında en az bir Türk vatandaşının bilimsel çalışmalar yapmak üzere uzaya gönderilmesi de amaçlanıyordu. Türkiye'nin ilk uzay yolcuları olmak isteyen vatandaşlar bu doğrultuda açılan çağrıya yoğun ilgi göstermişti. Başvurular arasından Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (International Space Station, ISS) 17 gün boyunca Türk Bilim Misyonu'nu gerçekleştirecek bir asil, bir yedek olmak üzere iki uzay yolcusu belirlendi. İki Türk uzay yolcusu, dünyanın en büyük teknoloji, uzay ve havacılık festivali olan ve bu yıl 3 milyona yakın ziyaretçinin ağırlandığı TEKNOFEST sırasında Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan tarafından tanıtıldı.

Teknolojik gelişmelerle birlikte uzay çalışmaları da politik ve ekonomik olarak ülkelerin öncelikli gündem maddelerinden biri hâline geldi. Türkiye de uzay çalışmalarını 2000'li yıllarla birlikte hızlandırdı. Haberleşme ve yer gözlem uyduları ile uzay alanında önemli yol kateden Türkiye, insanlı uzay göreviyle de önemli bir adım atmayı hedefliyor.

### İlk Türk Uzay Yolcuları

Uluslararası Uzay İstasyonu'nda bilimsel deneyler gerçekleştirecek ilk Türk uzay yolcusu adayı olmak üzere biri asil, diğeri yedek iki kişi seçildi. Asil aday olan Alper Gezeravcı ve yedek aday olan Tuva Cihangir Atasever, bu yazıyı hazırlamakta olduğumuz mayıs ayı ortası itibarıyla eğitimlerine ABD'de devam ediyorlar. Uzay yolcusu adaylarımızla TÜBİTAK Bilim Genç tarafından yapılan söyleşiye yandaki karekod yardımıyla erişebilirsiniz.

### Alper Gezeravcı

Millî Uzay Programı kapsamındaki ilk Türk uzay yolcuları arasında asil olarak seçilen Alper Gezeravcı, 2 Aralık 1979'da Mersin'de doğdu. Hava Harp Okulu Elektronik Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Daha sonra ABD Hava Kuvvetleri Teknoloji Enstitüsünde harekât araştırması alanında yüksek lisans yaptı. Gezeravcı, Hava Kuvvetleri Komutanlığında F-16 pilotu ve standardize filo akademik kol komutanı olarak görev yapıyor.

### Tuva Cihangir Atasever

İlk Türk uzay yolcularından yedek olarak seçilen Tuva Cihangir Atasever, 12 Ağustos 1992'de Ankara'da doğdu. Bilkent Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Daha sonra Irvene'deki California Üniversitesinde elektrik-elektronik mühendisliği alanında yüksek lisans yaptı. Atasaver beş yıldır ROKETSAN'da aviyonik sistem mühendisi olarak çalışıyor.

# İlk Türk Uzay Yolcusu'nun Gerçekleştireceği Deneyler

Millî Uzay Programı çerçevesinde belirlenen on hedef projeden biri olan Türk Uzay Yolcusu ve Bilim Misyonu Projesi ile bir Türk vatandaşının gerekli eğitimleri aldıktan sonra 2023 yılı içerisinde uzaya gönderilmesi ve Uluslararası Uzay İstasyonu'nda çeşitli bilimsel araştırmalar gerçekleştirmesi hedefleniyor. Bu doğrultuda, görev sırasında gerçekleştirilecek deneylerin belirlenebilmesi amacıyla 9 Haziran 2022 tarihinde TÜBİTAK tarafından Bilim Misyonu Çağrısı açıldı. 4 Temmuz 2022 tarihine kadar alınan proje başvuruları TUA ve TÜBİTAK Uzay Enstitüsü uzmanlarından oluşan bir komisyon tarafından değerlendirildi. Değerlendirme; bilimsel katkı, değer, maliyet, takvim, uygulanabilirlik ve Uluslararası Uzay İstasyonu altyapılarına uyumluluk gibi kriterlere göre yapıldı. Uzun bir değerlendirme süreci sonucunda belirlenen deneyler uzaydaki geleceğimiz için de büyük önem taşıyor.

AA

Uluslararası Uzay İstasyonu'na 2023'ün son çeyreğinde gönderilmesi planlanan ilk Türk uzay yolcusu, aşağıda bazı ayrıntılarını paylaştığımız 13 bilimsel deneyi istasyondaki ağırlıksız ortam koşullarında gerçekleştirecek.

## 1. Bilim Misyonunun Adı: UYNA

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı: Uzay İçin Yeni Nesil Alaşımlar

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
TÜBİTAK MAM - Dr. Ömür Can Odabaş

Deneyin Tanımı:

Deneyde yüksek entropili yeni nesil uzay alaşımları üretimine katkı sağlayacak veriler elde edilmesi hedefleniyor. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı, yüksek dayanımlı alaşımların üretilmesine yönelik deney, ISS bünyesindeki KIBO modülünde bulunan ELF cihazı kullanılarak gerçekleştirilecek. Ergime ve katılaşma süreçleri sırasındaki termofiziksel özellikler ve kristal büyümesi gibi özellikler üzerinde yerçekimsiz ortamın etkileri araştırılacak. Deneyin ülkemizin uzay, havacılık ve savunma sanayii için yeni nesil malzeme geliştirme kabiliyeti kazanmasına önemli katkı sağlaması hedefleniyor.

## 2. Bilim Misyonunun Adı:
## gMETAL

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı:
Katı Fazdaki Parçacıkların Bir Akışkan İçindeki Dinamiğine Yerçekimsiz Ortam Etkisi

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
TÜBİTAK MAM - Prof. Dr. İskender Gökalp / Prof. Dr. Ahmet Yozgatlıgil

Deneyin Tanımı:
Kimyasal tepkimesiz koşullarda, katı parçacıklar ile akışkan ortam arasında homojen bir karışımın oluşturulmasına yerçekiminin etkisi araştırılacak. Böylece uzay araçlarının itki sistemlerinin daha verimli hâle getirilmesi yönündeki çalışmalara katkı sağlayacak veriler elde edilmesi hedefleniyor.

## 3. Bilim Misyonunun Adı:
## UzMAn

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı:
Uzay Görevleri için Mikroalgal Yaşam Destek Üniteleri

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Boğaziçi Üniversitesi - Dr. Öğr. Üyesi Berat Haznedaroğlu

Deneyin Tanımı:
Dünyada zorlu koşullarda yaşayabilen mikroalg türlerinin yerçekimsiz koşullar altındaki büyüme ve dayanıklılık testlerinin gerçekleştirilmesi, metabolik değişikliklerinin incelenmesi, $CO_2$ yakalama performanslarının ve $O_2$ üretim kabiliyetlerinin belirlenmesi; sonrasında da bu verilerden de yararlanılarak bir yaşam destek sistemi geliştirilmesi hedefleniyor.

Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS)

Just_Super / iStock

## 4. Bilim Misyonunun Adı:
## EXTRAMOPHYTE

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı:
Ekstrem Halofit olan *Schrenkiella parvula*'nın Tuz Stresine Verdiği Yanıtların Uzay Ortamında Araştırılması

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Ege Üniversitesi - Prof. Dr. İsmail Türkan

Deneyin Tanımı:
Uzayda ve yeryüzünde yetiştirilen ve tuz stresine maruz bırakılan *A. thaliana* ve *S. parvula* bitkilerinde yeni nesil dizileme (RNA-seq) ile transkriptomun (belirli bir anda hücrede sentezlenen RNA molekülleri profili) ortaya konulması ve mikro yer çekiminde glikofitik (tuza dayanıksız) ve halofitik (tuza dayanıklı) bitkilerin tuz stresine verdikleri bazı fizyolojik ve moleküler yanıtların karşılaştırılması hedefleniyor.

## 5. Bilim Misyonunun Adı:
## METABOLOM

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı:
Uzay Görevlerinde Bulunan Astronotların Metabolom / Transkriptomlarındaki Değişimlerin Analizi ve Ulusal Omik Veri Setlerinin Oluşturulması

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Ankara Üniversitesi - Prof. Dr. Emel Emregül

Eğitimler sırasında Gezeravcı

Deneyin Tanımı:
Uzay uçuşu, insanların yaşayabileceği en zorlu fiziksel deneyimlerden biridir. Astronotlar uzay görevleri sırasında düşük yer çekimi, uzay radyasyonu, değişen fiziksel aktivite, beslenme sorunları, uykusuzluk, yüksek g (yer çekimi ivmesi) ve hiperoksi (yüksek oksijen) gibi çevresel streslere maruz kalır. Araştırmada uzay koşullarının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin ortaya çıkarılması amaçlanıyor. Ayrıca bu olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik çalışmalar için veri elde etmek amacıyla uzay görevine katılan astronotumuzun, gen anlatımlarında ve metabolizmalarında uzay ortamı koşullarının etkisiyle gerçekleşen fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin incelenmesi hedefleniyor. Bu çalışma ile vücutta sistem ölçeğinde tespit edilen değişikliklere ilişkin verilerin, uzay yolcularımızın sağlığına yönelik olası risk faktörlerinin anlaşılmasında yeni bilgiler sağlaması amaçlanıyor. Bu deneyde elde edilecek verilerin dünyada var olan birtakım hastalıklara yönelik tedaviler ve önleyici tedbirler geliştirilmesine de katkı sağlayabileceği düşünülüyor.

## 6. Bilim Misyonunun Adı: MİYELOİD

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı:
Uzay Misyonuna Katılan Bireylerde Radyasyona Maruz Kalmanın Kanser İçin Öncül Lezyonlar Olan Periferik Kandaki Miyeloid-Kökenli Baskılayıcı Hücrelere Etkisinin İncelenmesi

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Hacettepe Üniversitesi - Prof. Dr. Güneş Esendağlı

Deneyin Tanımı:
Miyeloid kökenli baskılayıcı hücreler (MKBH); kanser gibi kronik yangı süreçlerinde yüksek düzeyde üretilerek bağışıklığı baskılayan, kanserin ilerleyişini ve metastazı destekleyen, heterojen, olgunlaşmamış, miyeloid (kemik iliği kökenli) bir hücre popülasyonudur. Bu çalışma ile uzay misyonu katılımcılarının maruz kalacağı koşulların immünolojik olarak MKBH hücreleri düzeyinde ölçülmesi ve değerlendirilmesi amaçlanıyor. Çalışma kapsamında ilk Türk astronot üzerinde yolculuk ve uzay koşullarının oluşturacağı etkilerin yanı sıra kozmik radyasyon hasarının da etkileri araştırılacak.

## 7. Bilim Misyonunun Adı: MESSAGE

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı:
Mikroyerçekimi İlişkili Genetik Bilim Misyonu

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Üsküdar Üniversitesi - Dr. Öğr. Üyesi Cihan Taştan

Deneyin Tanımı:
Yerçekimsiz ortamdan etkilenen henüz işlevi keşfedilememiş genlerin tespit edilmesi ve uzay görevlerinde, bağışıklık hücrelerinden hangilerinin yer çekimi tarafından doğrudan etkileneceğinin CRISPR gen mühendisliği yöntemleri ile belirlenmesi hedefleniyor.

Eğitimler sırasında Atasever

Uluslararası Uzay İstasyonu'nun içindeki bir bölüm

designprojects/iStock

## 8. Bilim Misyonunun Adı: ALGALSPACE

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı: Uzay Koşullarında Antarktika ve Ilıman Mikroalg Yetiştiriciliğinin Karşılaştırmalı Bir Çalışması

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Yıldız Teknik Üniversitesi – Prof. Dr. Didem Özçimen

Deneyin Tanımı:
Uzayda, Antarktik ve ılıman bölge mikroalglerinin büyüme verileri karşılaştırılarak literatürde ilk kez kutup alglerinin uzayda kullanımına yönelik bir çalışma gerçekleştirilecek. Uzayda algler $CO_2$'den $O_2$ rejenerasyonu, ek gıda temini, su iyileştirme ve yaşam destek alanlarında kullanılmak amaçlarıyla araştırılacak.

## 9. Bilim Misyonu Adı: CRISPR – GEM

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı: Mikro Yerçekimi Altında Bitkilerde CRISPR Gen Düzenleme Verimliliğinin Araştırılması

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Yıldız Teknik Üniversitesi – Tuğçe Celayir

Deneyin Tanımı:
İnsanlığın uzaydaki geleceği için aşılması gereken en büyük engellerden biri, uzun süreli uzay görevlerinde sürdürülebilir bir sistemin sağlanamamasıdır. Bu sorunu çözmek amacıyla tasarlanan biyorejeneratif yaşam destek sistemlerinin iskeletini bitkiler oluşturur. Araştırmada bitkilerin uzay görevi sırasında ortaya çıkan biyolojik ve biyolojik olmayan stresler karşısındaki savunma mekanizmalarının anlaşılması ve geliştirilmesine yönelik olarak, moleküler biyolojinin modern gen düzenleme tekniklerinden biri olan CRISPR tekniğinin mikro yer çekimi ortamında bitkiler üzerindeki etkinliğinin incelenmesi amaçlanıyor.

## 10. Bilim Misyonunun Adı: PRANET

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı: Propolisin Antibakteriyel Etkisi

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Muş Bilim ve Sanat Merkezi – Birsen Geçer

Deneyin Tanımı:
Propolis, çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde yaygın olarak kullanılan, haricen kullanılmasında da herhangi bir yan etki bulunmayan bir madde. Araştırmada propolis maddesinin mikro yer çekimi ortamında bakteriler üzerindeki etkisi araştırılacak. Kontrol ve deney

grupları oluşturularak propolisin antibakteriyel etkisi test edilecek, sonuçlar yerçekimli ortamdaki sonuçlarla karşılaştırılacak.

## 11. Bilim Misyonunun Adı: VOKALKORD

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı: Uzayda Yaşamaya Karşı Oluşan Hayati Tepkimelerin Vokal Kord Kaynaklı Değişimler ile Tespiti ve Düşük Yerçekimsizliğin Sebep Olduğu Rahatsızlıkların Ses Frekansları ile Tanımlanması

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Haliç Üniversitesi – Prof. Dr. Gökhan Aydemir

Deneyin Tanımı:
Solunum sistemi fizyolojisinden yararlanılarak akıllı saate entegre bir yapay zekâ desteği ile insan sesinde meydana gelen frekans değişiminden sağlık sorunlarının tespit edilmesi ve yerçekimsiz ortamın insan sesi üzerine etkilerinin araştırılması hedefleniyor.

## 12. Bilim Misyonunun Adı: OKSİJEN SATURASYONU

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı: Solunum Sistemi Fizyolojisi İçerisinde Yapay Zekâ Desteği ile Verilen Havanın Oksijen Seviyesini Hesaplayarak Düşük Yer Çekiminin Sebep Olduğu Rahatsızlıkların Tanımlanması

Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
Nişantaşı Üniversitesi – Dr. Oğuzhan Aydemir

Deneyin Tanımı:
Hastalıkların tedavisinde erken teşhisin önemi büyüktür. Soluma sırasında verilen havanın oksijen seviyesi hesaplanarak yapay zekâ desteği ile düşük yer çekiminin sebep olduğu farklılıklar ve sağlık sorunlarının tespit edilmesi hedefleniyor.

## 13. Bilim Misyonunun Adı: MİYOKA

Bilim Misyonu Projesinin Başlığı: Mikro Yerçekimi Ortamında Kurşunsuz Lehimleme Araştırması

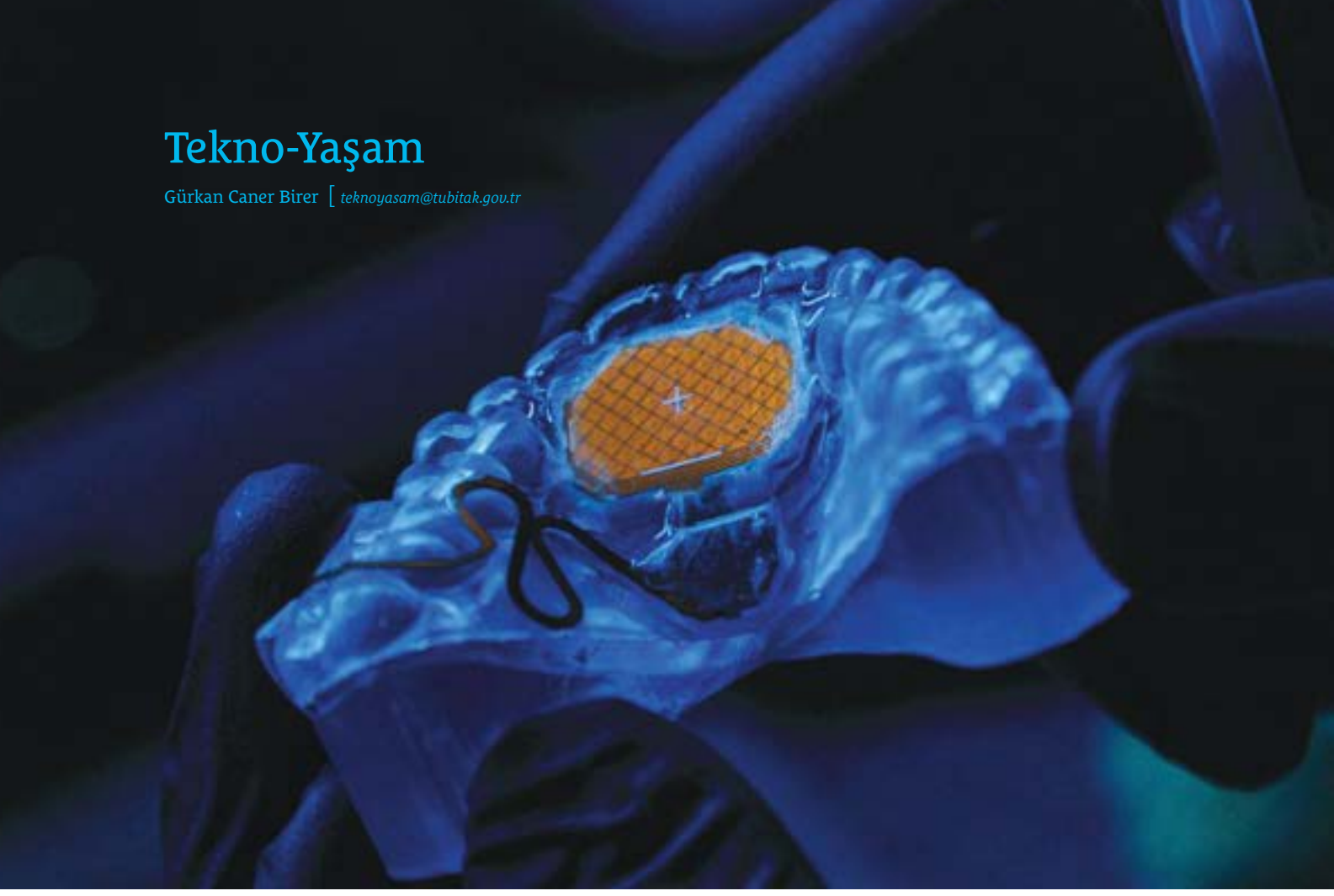
Deney Sorumlusu Kurum ve Proje Yöneticisi:
TÜBİTAK UZAY – Hakan Asan

Deneyin Tanımı:
Mikro yer çekimi ortamında gerçekleştirilecek kurşunsuz lehimleme deneyi ile ilk Türk Uzay yolcusu ISS'de elektronik kart üzerine kurşunsuz bileşen montajı gerçekleştirecek. Uzay görevi sonrası dünyaya getirilecek elektronik kartlar TÜBİTAK UZAY tarafından ayrıntılı incelemeye tabi tutularak mikro yer çekiminin kurşunsuz lehimleme sürecine etkilerine ilişkin bulgular, bilim dünyasının kullanımına sunulmak üzere yayımlanacak. ■

**Kaynaklar**


https://tua.gov.tr/tr/haberler/turk-uzay-yolcusu-uzayda-13-farkli-deney-yapacak
https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/turkiyenin-ilk-uzay-yolculari-belli-oldu

Gürkan Caner Birer [ *teknoyasam@tubitak.gov.tr*



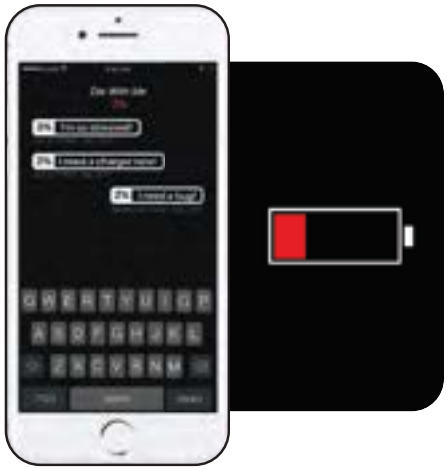
# Ağız Faresi: MouthPad

Omurilik felçlileri veya benzer bir engelden dolayı ellerini kullanamayanlar bilgisayar veya akıllı telefonlarını kontrol etmekte güçlük yaşar. Bunun için Augmental firması bilgisayar faresine alternatif olacak güzel bir çözüm geliştirdi. MouthPad adlı ürün ağız içine yerleştirilen ve dil ile kontrol edilen bir bilgisayar yönetim cihazı. Bunun için öncelikle kullanıcının ağız yapısı 3 boyutlu (3B) taranıyor ve sonrasında 3B baskıyla su geçirmez dental reçineden kişiye özel bir ürün üretiliyor. Üst dişleri ve ağzın tavanını kaplayan MouthPad, konuşma kabiliyetini etkilemez. Cihazın içinde bir mikroişlemci, pil, Bluetooth modülü ve entegre basınç sensörleri bulunuyor.

MouthPad, kullanıcının dilinin konumunu ve basıncını algılayarak bu verileri bir makine öğrenmesi algoritması aracılığıyla komutlara dönüştürüyor. Böylece kullanıcı Bluetooth bağlantılı bir akıllı telefon, dizüstü bilgisayar ya da başka bir cihaz üzerinde imleci hareket ettirip tıklayabiliyor, e-posta gönderip alabiliyor, hatta video oyunları oynayabiliyor. Özetle bir fare kullanılarak yapılabilecek hemen her şeyi yapabiliyor. MouthPad'in bataryası iki saat şarj edildiği takdirde beş saatten fazla kullanılabiliyor. Şimdilik test kullanımında olan cihazın fiyatı veya ne zaman piyasaya çıkacağı belirsiz olsa da bu tür ürünlerin sayısının ve çeşitliliğinin artması özellikle engellilerin dijital dünyaya entegrasyonu için hayli önem taşıyor.

–

https://www.augmental.tech/



# Birlikte Bitelim

Die With Me, yalnızca telefonunuzun pili %5 veya daha düşük olduğunda kullanabileceğiniz bir sohbet uygulaması. Telefon şarjınız %5'e ulaştığında, sohbet odası açılıyor ve tıpkı sizin gibi telefonu için şarj aleti arayan dünyanın dört bir yanındaki yabancılarla konuşmanız mümkün hâle geliyor. Sohbet için enteresan bir bahane gibi görünse de bu ilginç fikrin hakkını teslim etmek lazım. Normalde 0,99 dolardan satılan uygulamanın bir üst paketine geçtiğinizde uygulamayı %15 pil ömrü kaldığında da kullanabiliyorsunuz. Uygulamaya Android ve IOS uygulama marketlerinden ulaşabilirsiniz.

https://diewithme.online

# Otlar için "Işın Kılıcı"

Lazerle yakmak dururken kim ot yolmakla uğraşmak ister ki? Çiftçilerin baş ağrısı olan yabani otlardan kurtulmanın artık ekonomik ve sağlıklı bir yolu var. Carbon Robotics tarafından geliştirilen LaserWeeder adındaki yüksek teknoloji ürünü tarım makinesi, yapay zekâ kullanarak yabani otları milimetre hassasiyetinde tespit ediyor ve lazerle yakarak temizliyor. 30 lazer, takip kameraları ve görüntü işleme bilgisayarlarından oluşan bu sistem saatte 200 bin ot temizleyebiliyor. Geleneksel olarak kullanılan zararlı ot ilaçları hem maliyetli hem de çevreye ve mahsule zararlı. Üstelik bazı otların bu ilaçlara karşı dirençli olduğu da biliniyor. LaserWeeder çevreci ve ekonomik bir çözüm sunarken ne mahsule ve toprağa zarar veriyor ne de yoğun iş gücü gerektiriyor. Bu sayede organik tarımın da önünü açıyor.

1 milyar liranın üzerinde yatırım alan firma, LaserWeeder'ı 500 bin ile 1 milyon lira arası bir fiyatla satışa sunuyor. Şimdilik sadece ABD ve Kanada'ya satılan LaserWeeder'a rakip ürünlerin ülkemizdeki girişimciler tarafından yerli olarak üretilmesi, sonrasında da Avrupa ve Afrika pazarına sunulması için potansiyel bir fırsat mevcut. LaserWeeder'ı tanıtan bir videoyu izlemek için https://youtu.be/eDUu48YCUy4 adresini ziyaret edebilir ya da kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.

Atış sonrası

24 saat sonra

48 saat sonra

72 saat sonra

https://www.torchsensors.com/

# Pazarlıkçı Yapay Zekâ

Amerikan perakende devi Walmart tedarikçi pazarlığını yapay zekâya yaptırmaya başladı. Şaşırtıcı bir şekilde, yapay zekâ Walmart'a sözleşmelerde ortalama %3 tasarruf sağlamış görünüyor. Daha da şaşırtıcı olanı, dört tedarikçiden üçünün anlaşma görüşmelerinde muhatap olarak insanlar yerine yapay zekâyı tercih etmesi. Bu çalışmalar deneysel olsa da iş dünyasının geleceğiyle ilgili fikir veriyor.

–

https://yhoo.it/3W8gY13

# Ülkelerin Yapay Zekâya Yaklaşımı

Son dönemde yapay zekâ alanındaki hızlı gelişmelere birçok ülkede yetkililer temkinli yaklaşıyor. Özellikle Avrupa Birliği (AB) yapay zekâ uygulamalarını sıkı bir şekilde denetlemeyi planlıyor. Örneğin, İtalya geçtiğimiz aylarda ChatGPT'yi yasaklamıştı. Öte yandan vatandaşlarına ait kişisel verileri korumayı ve insanların aldanmasını engellemeyi hedefleyen bu düzenlemeler, söz konusu ülkelerin vatandaşlarının yapay zekâyı geliştirmesini ve kullanmasını da zorlaştırıyor.

Diğer yandan, bu bağlamda Hindistan yapay zekâyı "önemli ve stratejik" bir fırsat olarak görüyor. Yapay zekâ sektörüne kısıtlayıcı düzenlemeler uygulamak yerine onu ekonomik büyüme ve sosyal kalkınmayı desteklemek, kamu hizmetlerini iyileştirmek, eğitimi genişletmek ve sağlık sistemini güçlendirmek için kullanmayı planlıyor. Hindistan gibi ülkelerin yapay zekâya yönelik bu olumlu yaklaşımı orta vadede ciddi bir avantaja dönüşebilir.

–

https://tcrn.ch/40XYy42

# Bakteriden Tekstil Üretimi

Modern Synthesis adlı bir girişim, bitki atıklarından elde edilen şekerle beslediği mikroorganizmalardan "mikrobiyal tekstiller" üretmeyi başardı. Kombuçadan (Kombu çayından) izole edilen *Komagataeibacter rhaeticus* isimli bir bakteri de nanoselüloz adı verilen bir malzeme üretiyor. Nanoselüloz; pamuk, ahşap ve keten gibi doğal malzemelerin yapı taşı olan selülozun çok küçük ölçekte üretilmiş hâlidir. Ayakkabı kalıbı etrafına yerleştirilen şekerle beslenen bakterinin ürettiği nanoselüloz başka doğal liflerle birleşerek özel bir tekstil ortaya çıkarıyor. Bu şekilde istenilen şekil ve boyutta tekstil üretmek mümkün. Ayrıca, bitki veya böcek kabukları gibi doğal boyalarla tekstile renk de verilebiliyor. Organik olarak üretilen tekstil hem deri hem de fosil yakıtlardan yapılan sentetik kumaşlara alternatif olabilir. Ekonomik ve seri üretimi başarması durumunda, Modern Synthesis çevre dostu moda endüstrisine yeni bir soluk getirebilir.

–

https://bit.ly/mikrop-kumas

# Gmail de "Mavi Tik"e Geçti

Google da nihayet Twitter'ın yolunu izlemeye karar verdi. Gmail, kullanıcıların bir iletinin meşru mu, yoksa "spam" mi yani istenmeyen bir ileti mi olduğunu daha kolay belirleyebilmesi için şirketler tarafından gönderilen elektronik postalara mavi bir onay işareti eklenebilmesini mümkün kıldı.

Ücretsiz olarak sunulan Gmail Mavi Onay İşareti programı, Google'ın Gmail üzerinden e-posta gönderen işletmelerin ve kuruluşların kimliklerini doğrulamasını sağlıyor. Bir kuruluşun mavi onay işaretine sahip olması, Google'ın kuruluşun e-posta gönderdiği alan adının sahibi olduğunu doğruladığı anlamına geliyor. Böylece kullanıcıların dijital dolandırıcılıktan korunmasına yardımcı oluyor. Mavi onay işaretine başvurmak için Google BIMI programına alan adınız, iletişim bilgileriniz ve işletme lisansınızın veya kuruluş belgelerinizin bir kopyası dâhil olmak üzere işletmeniz veya kuruluşunuzla ilgili bazı bilgileri sağlamanız gerekir. Google daha sonra başvurunuzu inceleyecek ve size mavi bir onay işareti verip vermeme konusunda bir karar verecek. Onay süreci birkaç hafta sürebilir.

Kişiler için mavi onay işareti alma süreci ise biraz daha karmaşık. Bunun için tanınan birisi olmanız ve bir başka sosyal medya platformunda doğrulanmış bir hesabınızın olması gerekir. Bu gereksinimleri karşıladıktan sonra mavi onay işareti için başvurabilirsiniz.

Her ne kadar çok iyi çalışmasa da internette kişilerin gerçek kimlikleriyle işlem yapmasına yönelik çabalar son dönemde artış gösterdi. Özellikle internet dolandırıcılığının önlenmesinde bu tür adımlar hayli önemli.

–

https://bit.ly/gmail-mavi

# YAŞLANMAYI GECİKTİRMEYE YÖNELİK TEKNOLOJİK ATILIMLAR

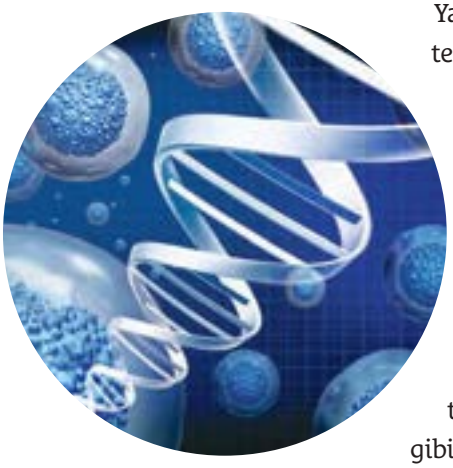
**Gürkan Caner Birer** [ *Bilgisayar Mühendisi*

**Yaşlandıkça vücudumuz doğal bir düşüş sürecine girer. Bizler de bu süreçte bir dizi fiziksel ve bilişsel sorunla karşılaşırız. Peki ya yaşlanma sürecini yavaşlatmanın, hatta tersine çevirmenin bir yolu olsaydı...? Yaşlanma karşıtı teknoloji dünyasına hoş geldiniz!**

**Yaşlanma karşıtı teknolojiler, yaşlanma sürecini yavaşlatmayı ve yaşlandıkça yaşam kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan bir dizi tedavi, ürün ve yöntemi kapsar. Hücresel süreçleri değiştirmekten yeni ilaçlar keşfetmeye, hatta yenilenen organlara kadar uzanan bu alan heyecan verici bir hızla gelişiyor. Apollo Health Ventures ile Life Extension Ventures gibi yaşlanma karşıtı teknolojilere odaklanan yatırım fonlarının yanı sıra çeşitli ülkeler ve global firmalar da bu alanda önemli çalışmaları destekliyor. Örneğin Suudi Arabistan geçtiğimiz yıl yaşlanma karşıtı teknolojilere 1 milyar dolarlık yatırım yapacağını duyurmuştu.**

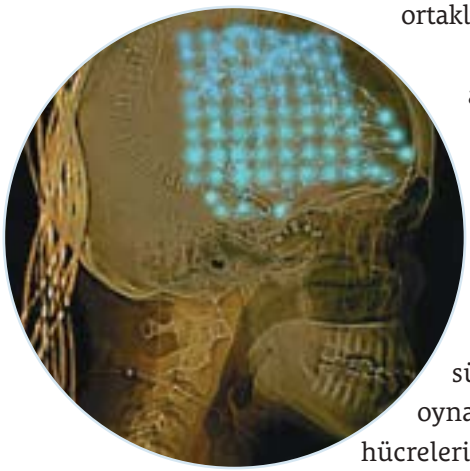
**Yaşlanma karşıtı teknolojiler birbirinden farklı birçok disiplini içine alan geniş bir çerçeveyi kapsıyor. Biz de bu alandaki gelişmeleri çeşitli başlıklar etrafında derledik.**

## Hücresel Süreçler



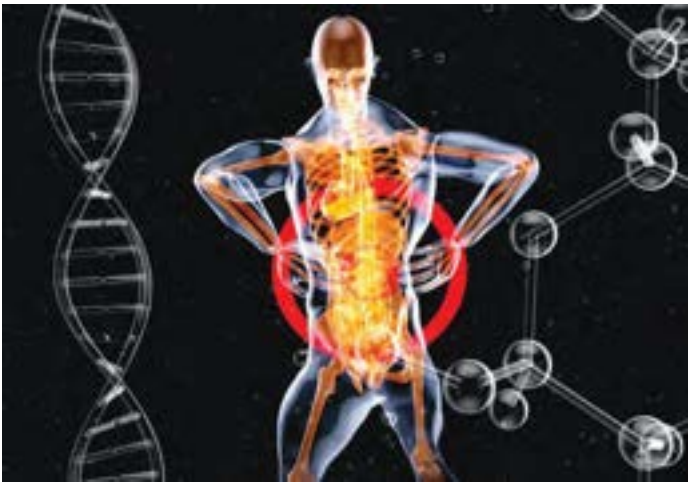
Yaşlanma karşıtı teknolojinin en umut verici alanlarından biri hücrelerin yaşlanmasını tersine çevirmektir. Unity Biotechnology gibi şirketler, hücrelerimizi gençleştirmek için "yeniden programlama" yollarını bulmaya odaklı. Araştırmacılar hücrelerimizin nasıl yaşlandığını ve yaşlanmayı tetikleyen süreçleri kavramaya çalışıyorlar. Bu alanda Nobel ödüllü çalışmalardan biri, olgun hücrelerin epigenetik programlamasını geri almak için (onları keşfeden Japon araştırmacı olan Shinya Yamanaka'nın adına ithafen) Yamanaka faktörleri adı verilen özel genleri tanıtmak için zararsız bir virüs kullanıyor. Bu süreç, olgun hücreleri daha genç kök hücre formlarına geri dönüştürüyor. Böylece yaş, hastalık veya yaralanma nedeniyle kaybedilen bazı işlevler yenilenebiliyor. Bu yöntemler yaşlanmanın etkilerini tersine çevirmeye yardımcı olabilir.

Gençleşmiş hücreler organ fonksiyonlarının iyileşmesine ve yaşa bağlı hastalık riskinin azalmasını sağlayabilir. Bu alanda dikkat çeken girişimlerden biri de Altos Labs. Amazon'un kurucusu Jeff Bezos tarafından desteklenen ve gen düzenleme aracı CRISPR'ın Nobel ödüllü mucitlerinden Jennifer Doudna'nın yönettiği firma, 2022'nin başlarında 3 milyar dolarlık devasa bir yatırım anlaşması imzaladı. Alphabet'in yan kuruluşu Calico da bu alanda çalışıyor. 2013'te kurulan şirket, hücresel yeniden programlama ile ilgili çeşitli patentler aldı ve nörodejeneratif hastalıklar ve kanser tedavilerine odaklanmak için geçen yıl ilaç şirketi AbbVie ile ortaklığını genişletti.



Bir diğer önemli araştırma alanı ise senolitik ilaçlardır. Bu ilaçlar, bölünmeyi bırakan ve yaşlanma sürecinde rol oynayan yaşlı hücrelerin vücuttan atılmasını sağlayarak yaşlanmanın vücut üzerindeki etkisini azaltmayı ve yaşa bağlı hastalıkların başlangıcını geciktirmeyi hedefler. Çalışmalar senolitik ilaçların Alzheimer, Parkinson ve kalp hastalığı gibi yaşa bağlı hastalık riskini azaltabileceğini de gösterdi. Senolytic Therapeutics, SENS Araştırma Vakfı, FOXO4-DRI ve Juvenescence dâhil olmak üzere senolitik ilaçlar üzerinde çalışan birkaç girişim bulunuyor. Bu girişimlerin yürüttüğü araştırmalar doğal olarak oluşan bileşikleri, yeni ilaç adaylarını, yaşlanmada rol oynayan genlerin aktivasyonunu ve diğer rejeneratif tıp tedavilerini keşfetmeyi amaçlıyor.

Araştırmacılar hastalığı tersine çevirmeye ek olarak, hücre ömrünü uzatmanın da yollarını arıyorlar. Bunun için yaşlanmanın altında yatan biyolojik süreçleri tespit etmek ve bunları yavaşlatmanın yollarını bulmak gerekiyor. Örneğin telomerlerin yaşlanmadaki rolünün anlaşılması bu noktada önemli bir fayda sağlayabilir. Ayrıca hasarlı veya yaşlı hücreleri gençleştirmek için kök hücre gibi rejeneratif tıp tekniklerini kullanmaya yönelik de artan bir ilgi var.



## Yenilenen Organlar

Yaşlanmayla mücadele teknolojilerinde umut verici bir diğer alan organların yenilenmesi. Bu alandaki çalışmaların amacı, hasarlı veya yaşlı vücut kısımlarını onarmanın veya değiştirmenin yollarını bulmak. Dolayısıyla bu tedavilerle genel yaşam süreleri pek değişmese de yaşam kalitesi önemli ölçüde artabilir.

Organ yenileme konusunda en heyecan verici araştırma alanlarından biri rejeneratif tıptır. Organovo gibi şirketler, hasarlı veya yaşlı organların yerini alabilecek 3D baskılı insan dokuları ve organları geliştirmeye odaklıdır. Bu araştırmalar; hasarlı dokuların değiştirilmesinin büyük bir etkiye sahip olabileceği diyabet gibi rahatsızlıklar ile kalp, karaciğer ve akciğer hastalıkları da dâhil olmak üzere yaşa bağlı bir dizi sağlık sorunu üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir.

Bu konudaki bir diğer araştırma alanı da kök hücre tedavisidir. Kök hücreler vücuttaki herhangi bir hücre tipine dönüşme yeteneğine sahiptir. Bu yüzden araştırmacılar onları hasarlı veya yaşlı vücut kısımlarını onarmak veya değiştirmek için kullanabilmeyi hedefliyor. Kalp dokusunu onarmak, Alzheimer ve Parkinson gibi nörodejeneratif hastalıkları iyileştirmek ve osteoartrit gibi durumları tedavi etmek için kök hücrelerin kullanımı üzerine çalışmalar yürütülüyor. Asterias Biotherapeutics ve Mesoblast gibi şirketler bu alanda çalışıyor ve yaşa bağlı bir dizi hastalığı tedavi etmek için yeni kök hücre tedavileri geliştiriyor.

Gen terapisi, yenilenen organlar üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilecek başka bir araştırma alanıdır. Gen terapisi kapsamında, hasarlı veya yaşlı vücut kısımlarını onarmak veya değiştirmek için vücuda yeni genler ekleniyor. Örneğin, yaşlılarda görme kaybının önde gelen bir nedeni, yaşa bağlı makula dejenerasyonu. İşte bu gibi durumları tedavi etmek için gen terapisinin kullanımı araştırılıyor. Spark Therapeutics ve Editas Medicine gibi şirketler bu alanda çalışıyor. Nanopore Technologies ve Nanosys gibi şirketler organların yenilenmesi için nanoteknolojiden faydalanmayı umuyor. Nanoteknoloji sayesinde hastalığı tedavi etmek veya hasarlı dokuları onarmak için bir hücreden daha küçük nanopartikül parçacıkları tedavilerde kullanılabiliyor.

Belirli rahatsızlıklara odaklanan birçok erken evre rejeneratif tıp girişimi de var. Eyestem görme yeteneğini geri kazanma, Spiderwort omurga onarma, Hy2Care kıkırdak onarımı, Mesentech kemik kaybını tersine çevirme ve Toregem BioPharma yenilenen dişler üzerine çalışıyor. Bazı şirketlerse tamamen yeni organlar yetiştirmeyi amaçlıyor. LyGenesis, bir hastanın lenf düğümlerinde yeni böbrek, karaciğer veya pankreas yetiştirmeyi hedefleyen bir teknoloji geliştirmeye çalışıyor. Bu mini organlar, uygun donör bulunamayan veya hastalık ağır geçtiği için organ nakline uygun olmayan hastalara şifa olabilecek. Satellite Bio adlı şirket, işlevsiz organların yerini almak üzere programlanabilecek implant edilebilir dokular geliştirmek için 2022'de 82 milyon dolarlık yatırım aldı. Bunlar, yenilenen organlar alanındaki heyecan verici araştırma ve girişimlerin sadece birkaç örneği.

## İlaç Keşfi

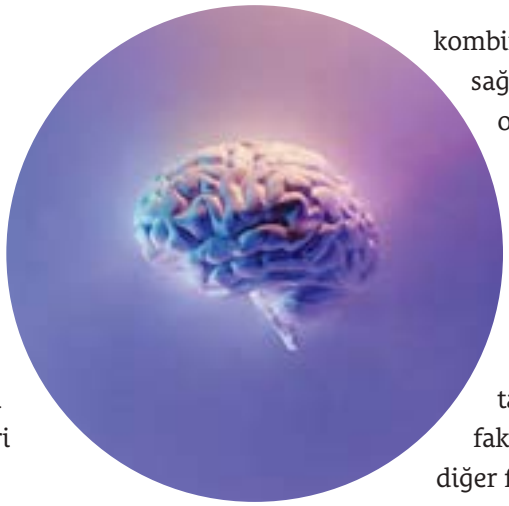
Ömrü uzatabilecek ve sağlığı iyileştirebilecek yaşlanma karşıtı ilaçların keşfi, yoğun bir araştırma ve geliştirme alanıdır. Şirketler ve araştırma kuruluşları, takviyelerden yaşlanmayı yönlendiren hücresel süreçleri hedef alan ilaçlara kadar bir dizi yaklaşımı araştırıyor. Yaşlanmayı yönlendiren biyolojik süreçleri hedef alan ilaçların geliştirilmesi için çeşitli çalışmalar yürütülüyor. Örneğin, Resverlogix ve Sirtris Pharmaceuticals (GlaxoSmithKline'ın bir yan kuruluşu) gibi şirketler, ömrü uzatmak ve sağlığı iyileştirmek için sirtuinleri hedef alan ilaçlar geliştiriyor.

Yeni ilaçları hızlı şekilde tasarlamak ve test etmek için yapay zekâ ve kuantum gibi teknolojilerden faydalanmak da çok önemli. Bu tür teknolojileri kullanarak geliştirilen bir Alzheimer ilacının denenme sürecinden elde edilen başarılı sonuçlar, ilaç adaylarının büyük molekül veri tabanları ve simülasyon teknolojileri kullanılarak sınanmasının önemini ortaya koyuyor. Örneğin, Algorithmiq firması, ilaç simülasyonlarında kullanılmak üzere kuantum hesaplama destekli bir platform oluşturmak için 2022'nin başlarında 4 milyon dolarlık bir yatırım aldı. Demans ve kanser gibi yaygın ve yaşlanmaya bağlı hastalıklar için test edilen ilaç adaylarının yeni ilaç keşif teknolojileri olgunlaştıkça artacağı düşünülüyor.

## Yaşlanma Karşıtı Takviyeler

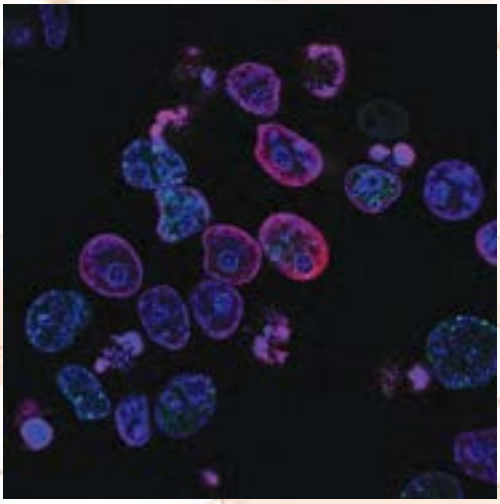
Nutrasötikler yani yaşlanma karşıtı takviyeler, yaşlanma karşıtı teknolojilerde başka bir araştırma alanıdır. Bunlar, temel besinleri ve diğer faydalı bileşikleri sağlayarak sağlığı iyileştirmeyi ve ömrü uzatmayı amaçlayan diyet takviyeleridir. ChromaDex gibi şirketler bu alanda çalışıyor ve yaşlanmayı yönlendiren biyolojik süreçleri hedef alan takviyeler geliştiriyor.

Yaşlanma karşıtı takviyeler aslında genel sağlık ve sıhhati desteklemek için kullanılıyor. Bu takviyeleri geliştirmede amaç, yaşa bağlı hastalıklar için tıbbi tedavinin yerini almaları değil. Bununla birlikte, yaşlanma karşıtı bir beslenme düzeninin önemli bir parçası olabilir; hücresel sağlığı ve işlevi destekleyen temel besinleri ve diğer faydalı bileşikleri içerirler. Örneğin, Elysium Health, müşterilerine genetik analiz için DNA örneği almalarını sağlayan ev tipi bir test kiti sunuyor. Uyku bozukluğu veya stres gibi yaşam tarzını etkileyen faktörlerden yaşlanma ile ilişkili epigenetik belirteçleri arayan şirket, yaşlanmanın bazı etkilerini önlemeye yardımcı olduğunu iddia ettiği takviyeleri satıyor.



Hücresel sağlığı ve işlevi destekleyen takviyelerin kullanılmasının da yaşlanmayı yavaşlatabileceği düşünülüyor. Bu takviyeler, hücrelerin ve dokuların sağlığını destekleyen temel besinleri, antioksidanları ve diğer faydalı bileşikleri sağlamayı amaçlıyor. Amway ve Herbalife gibi şirketler bu alanda çalışıyor ve hücresel sağlığı ve işlevi destekleyen takviyeler geliştiriyor. Life Extension ve Metagenics gibi şirketler de kardiyovasküler hastalık, bilişsel gerileme ve osteoporoz gibi yaşa bağlı spesifik hastalıkları hedef alan takviyeler geliştiriyor. Habit ve Nutrigenomix gibi şirketler kişiye özel bir yaşlanma karşıtı takviye beslenme programı geliştirmek için bireyin genetik yapısını, yaşam tarzını ve sağlık durumunu dikkate alan kişiselleştirilmiş beslenme planları geliştiriyor.

Yaşlanma karşıtı takviyeler sağlığı iyileştirmek ve ömrü uzatmak gibi umut verici yaklaşımlar sunsalar da potansiyel faydalarını tam olarak anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyuluyor. Besinlerin ve diğer faydalı bileşiklerin doğru kombinasyonuyla, yaşlanma karşıtı takviyeler genel sağlık ve sıhhatin desteklenmesinde önemli rol oynayabilir.

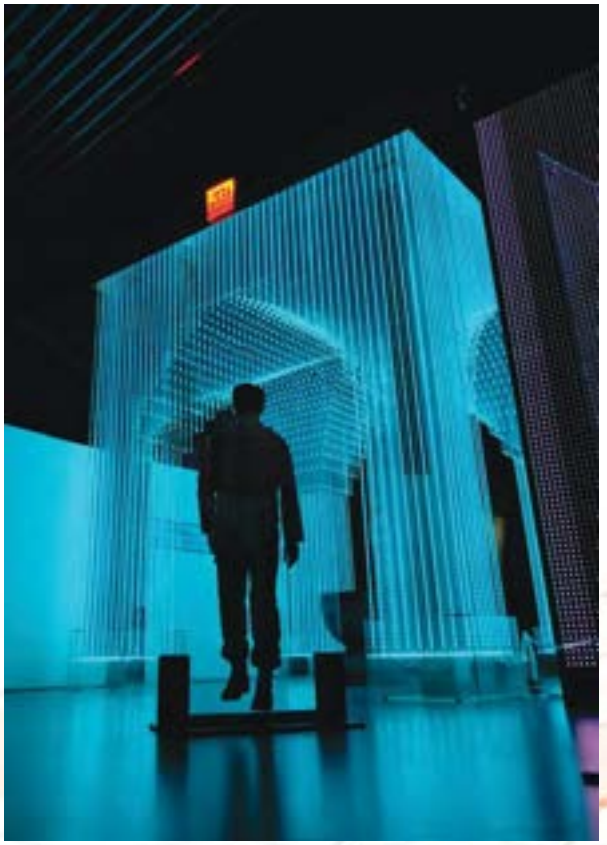


## Epigenetik

Epigenetik, çevresel faktörlerin genlerin çalışma şeklini nasıl etkileyebileceğinin incelenmesidir. Bu çevresel faktörler yaşam tarzı, diyet, egzersiz ve stres gibi davranışsal faktörlerin yanı sıra çevresel toksinlerle diğer faktörleri içerir. Hücre çekirdeğindeki DNA iplikçikleri, sıkıca sarılı ve histon adı verilen proteinler etrafında düzenli bir şekildedir. Çeşitli kimyasallara maruz kalmak bu yapıyı etkileyebilir. Epigenetik, genetik kodun kendisini değiştirmeden genlerin etkisini değiştirebilecek ek bir katman sağlar. Yani çevresel faktörler epigenomu etkileyebilir ve hücrelerimizin, dokularımızın ve organ sistemlerimizin biyolojik yaşını değiştirebilir.

California Üniversitesinden Steve Horvath, tüm insan dokularının yaşını ölçmemizi sağlayan epigenetik bir saat keşfetti. Bu epigenetik saat, metil gruplarının sitozinlere bağlandığı DNA metilasyonuna dayanıyor. Epigenetik değişiklikler normal biyolojik işlevsellik için hayati öneme sahiptir ve doğal hücresel ölüm, yenilenme ve yaşlanma döngülerini etkileyebilir. Diyet, uyku, egzersiz, sağlığa zararlı olabilecek alışkanlıklar ve bağımlılıklar gibi farklı yaşam tarzı ve davranışsal faktörler de DNA'mıza bağlanan kimyasal grupların

bileşimini ve yerini etkileyebilir. Stres, travma ve yaşadığımız yer gibi çevresel faktörler de bu unsurlar üzerinde hayli etkilidir. Kronolojik yaşımız doğum tarihimize dayanır ancak biyolojik yaş, biyokimyaya dayanarak hücrelerimizin, dokularımızın ve organ sistemlerimizin yaşıdır. Tıpkı bir ağacın içindeki halkaların bize ağacın yaşını, aldığı hasarları veya yaşadığı stresli dönemleri gösterdiği gibi epigenomumuz da bizim çevremizden ve zaman içindeki deneyimlerimizden nasıl etkilendiğimizi gösterir.



Bryan Johnson adlı girişimci, geliştirdiği Project Blueprint aracılığıyla insan beynini haritalamayı, yaşlanma ve uzun ömürlü olmanın sırlarını ortaya çıkarmayı umuyor. Project Blueprint'in 2 yıllık süreci sonucunda yapılan testler 45 yaşındaki Johnson'un 5 yıl gençleştiğini, yaşlanma hızını %24 yavaşlattığını, 37 yaşındaki bir kişinin kalbine, 28 yaşındaki bir kişinin cildine ve 18 yaşındaki bir kişinin akciğer kapasitesine sahip olduğunu gösteriyor. Elbette bu iddiaların doğruluğu tartışılır ama epigenetik yaş üzerine çalışan birçok girişim mevcut. Örneğin, Humanity.inc adlı şirket, insanların gerçek yaşlanma hızını gösteren bir uygulama sunuyor. Uygulama çeşitli faktörlere dayanarak kullanıcılara hangi davranışların yaşlanma hızını artırıp azaltacağını göstermeyi hedefliyor.

Sonuç olarak, uzun ömür sektörüne olan yatırımcı ilgisi hızla artıyor olsa da ölümsüzlük iksiri gibi tek bir çözümün bulunması mümkün görünmüyor. Bunun yerine, hücresel yeniden programlama, rejeneratif tıp ve ilaç keşfi gibi kilit alanlarda yapılacak orta ve uzun vadeli ilerlemelerin birlikte kullanılabileceği çözümlerin etkili olabileceği söylenebilir. Kısa vadede ise kronolojik yaş yerine biyolojik yaşınızı hesaplayan ve bu alanda pratik test ve yönlendirmeler yapan şirketlerin öne çıkacağını söyleyebiliriz. Yine de kesin olan bir şey var: Teknoloji dünyası için "ölümsüzlük" hayali asla ölmeyecek! ■

**Kaynaklar**

**Humanity http://tcrn.ch/2hc3356**
**Rejuvenation https://go.nature.com/3HMcO8c**
**Blue Print http://bit.ly/40DDfFw**
**Epigenetics http://bit.ly/40CFGZ3**
**Anti-aging Drugs http://bit.ly/3RGfWXN**
**Drugs http://bit.ly/3jFGRGq**
**Senolytics http://bit.ly/3XgR4ae**

# FDA İlk RSV Aşısını Onayladı

Dr. Özlem Ak [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Respiratuar Sinsisyal Virüs (RSV), tüm yaş gruplarındaki bireylerde akciğer ve solunum yolları enfeksiyonlarına neden olan oldukça bulaşıcı bir virüstür. RSV dolaşımı mevsimseldir, tipik olarak sonbaharda başlar ve kışın zirve yapar. Yaşlı yetişkinlerde RSV, akciğerleri etkileyen ve hayati riski olan pnömoni ve bronşiolit (akciğerlerdeki küçük hava yolu geçitlerinin şişmesi) gibi alt solunum yolu hastalıklarının yaygın bir nedenidir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezine (CDC) göre, ABD'de her yıl tahminen 60.000 ila 160.000 yaşlı kişi RSV'nin neden olduğu akciğer enfeksiyonları nedeniyle hastaneye yatırılıyor. Bunların yaklaşık 6.000 ila 10.000'i her yıl RSV enfeksiyonlarından hayatını kaybediyor. Kronik kalp veya akciğer hastalığı olan yaşlı kimseler ve bağışıklık sistemi zayıf olanlar özellikle yüksek risk altındaki grup olarak tanımlanıyor.

GlaxoSmithKline (GSK) tarafından üretilen ve Arexvy adı verilen ilk RSV aşısı ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından 3 Mayıs'ta onaylandı. Arexvy'nin güvenilirliği ve etkinliği FDA standartlarına göre test edildi. ABD'de ve uluslararası alanda 60 yaş ve üzeri bireylerde yürütülen ve hâlâ devam eden, randomize, plasebo kontrollü bir klinik çalışmadan elde edilen verilerin analizine dayanarak Arexvy FDA onayı aldı.

Arexvy'nin ana klinik çalışması, 60 yaş ve üzeri bireylere uygulanan tek bir dozun güvenliğini ve etkinliğini değerlendirmek üzere tasarlandı. Katılımcılar hem etkinliğin süresini hem de tekrarlanan aşılamanın güvenliğini ve etkinliğini değerlendirmek için üç RSV sezonu boyunca çalışmada kalmaya devam edecekler. Çalışma kapsamında yaklaşık 12.500 katılımcıya Arexvy, 12.500 katılımcıya da plasebo uygulandı ve ilk RSV sezonunda tek doz Arexvy uygulanarak elde edilen veriler FDA'ya sunuldu. Arexvy alan katılımcılar ve plasebo alan katılımcılar arasındaki karşılaştırmaya göre, aşı, RSV ile ilişkili alt solunum yolu hastalıklarının gelişme riskini %82,6, şiddetli RSV ile ilişkili alt solunum yolu hastalıklarının gelişme riskini ise %94,1 oranında azalttı. Arexvy alan bireyler tarafından en sık bildirilen yan etkiler enjeksiyon bölgesi ağrısı, yorgunluk, kas ağrısı, baş ağrısı ve eklem ağrısı oldu. Klinik çalışmaya katılan tüm bireyler arasında ise, Arexvy alan 10 katılımcıda ve plasebo alan 4 katılımcıda aşılamadan sonraki 30 gün içinde atriyal fibrilasyon (ritim bozukluğu) bildirildi.

Diğer iki çalışmada, 60 yaş ve üzeri yaklaşık 2.500 katılımcı Arexvy aldı. Bazı katılımcıların Arexvy'yi FDA onaylı bir influenza aşısıyla birlikte aldığı bu çalışmalardan birinde, iki katılımcıda Arexvy ve influenza aşısını olduktan sonra (birinde 7. günde, diğerindeyse 22. günde) beyin ve omuriliği etkileyen nadir bir iltihap türü olan akut dissemine ensefalomiyelit (ADEM) gelişti ve bu katılımcılardan biri hayatını kaybetti. Diğer çalışmada ise bir katılımcı Arexvy aldıktan 9 gün sonra Guillain-Barré sendromu (vücudun bağışıklık sisteminin sinir hücrelerine zarar vererek kas güçsüzlüğüne ve bazen felce neden olduğu nadir bir hastalık) belirtileri gösterdi. FDA, şirketin Guillain-Barré sendromu ve ADEM için ciddi risk sinyallerini değerlendirmek üzere bir çalışma yürütmesini talep ediyor. ■

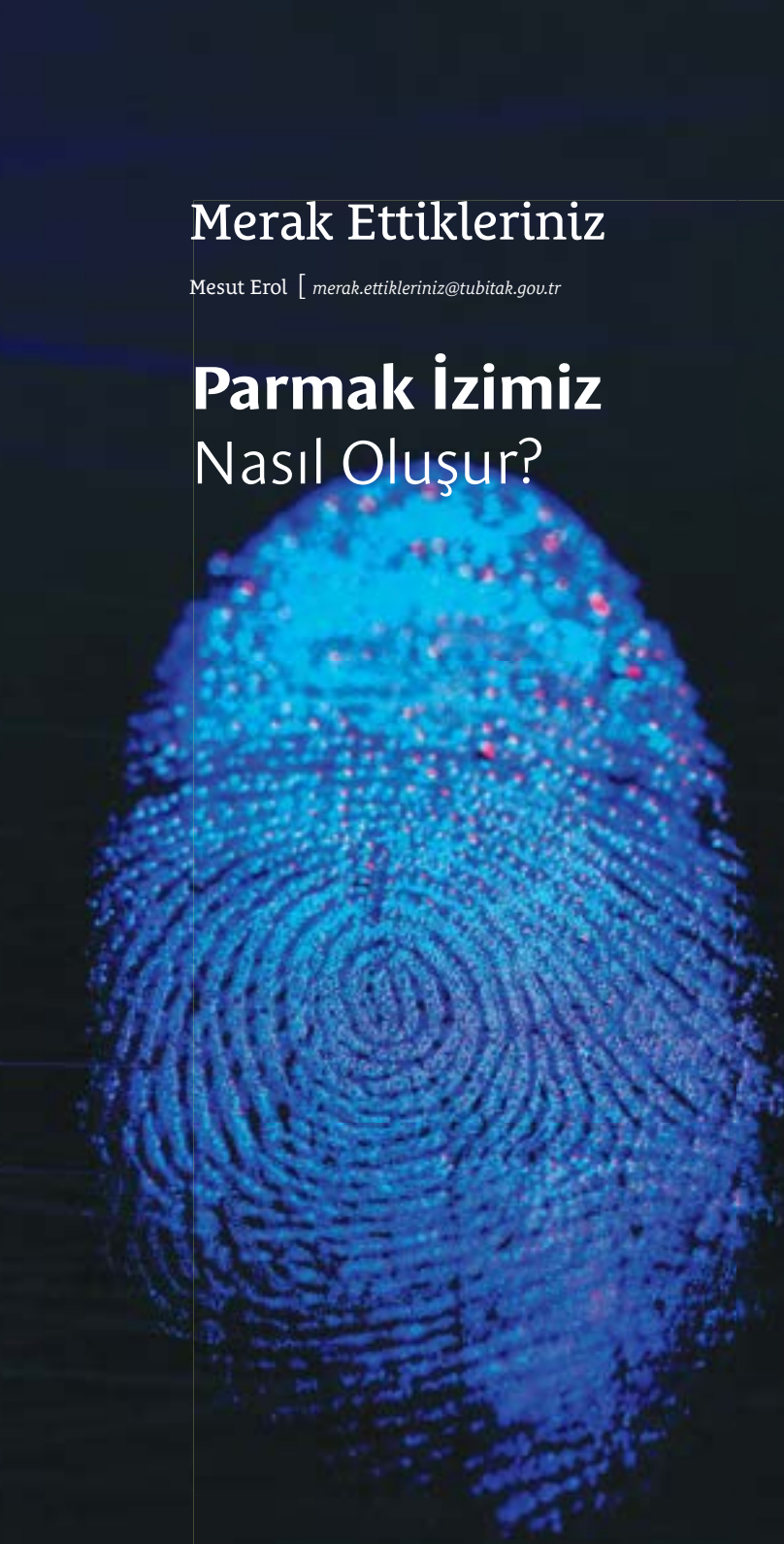
**Kaynak**

https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-first-respiratory-syncytial-virus-rsv-vaccine

# Merak Ettikleriniz

Mesut Erol [ *merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr*

# **Parmak İzimiz** Nasıl Oluşur?



Parmaklarımızın ucundaki eşsiz ve yaşam boyu değişmeyen izlerin, nesneleri tutarken ellerimize daha iyi kavrama becerisi ve hassasiyet kazandırdığı biliniyor. Bu desenler uzun süredir adli vakalarda bireyleri tanımlamak ve teşhis etmek için de kullanılıyor. Parmak izlerini benzersiz kılan döngü, sarmal ve kemer gibi desen bileşenleri, gebeliğin yaklaşık 10. haftasında deride oluşan, yayılan ve sonra birbiriyle çarpışan küçük çıkıntılar tarafından şekillendirilir.

Güncel bir çalışmada araştırmacılar, parmaklarımızın uç boğumlarındaki üç farklı bölgede periyodik deri çıkıntısı dalgalanmaları ortaya çıktığını buldu. Bu dalgalanmalar, çıkıntı oluşumunu tetikleyen ve engelleyen iki ayrı protein arasındaki etkileşim tarafından kontrol ediliyor. Çıkıntı başlangıç bölgelerinin konumları ve yayılan çıkıntı dalgaları arasındaki çarpışmalar, parmak izinin benzersiz desenini ortaya çıkarıyor.

Çalışmada yürütülen analizler, parmak izi üretimi sürecinin Alan Turing'in 1952'de önerdiği reaksiyon-difüzyon modeline uygun biçimde ilerlediğini gösteriyor. Turing'in bu modeli önerme nedeni, kimyasalların ve moleküllerin etkileşerek doğadaki desenleri nasıl ortaya çıkardığını açıklamaktı. Parmak izi oluşumunda da periyodik desenler üretmek için kendi kendini organize eden bir sistem bulunuyor. Yani gelişimsel bir süreci harekete geçiren bir molekül hem kendisini hem de engelleyici bir molekülü uyarıyor.

Araştırmacılar parmak izi desenlerini ortaya çıkaran molekülleri bulmak için fare ayak parmaklarındaki çıkıntıları ve doku kültüründe gelişimini takip ettikleri insan hücrelerini inceledi. Araştırma sonucunda, saç folikülü gelişiminde de önemli bir role sahip olan WNT adlı proteinin çıkıntı oluşumunu uyardığını buldular. Turing reaksiyon-difüzyon sistemini tamamlayan diğer molekülün ise BMP adı verilen başka bir protein olduğunu belirlediler. BMP proteini, farklı bir molekül aracılığıyla WNT'nin işleyişini engelleyerek desen oluşumuna katkıda bulunuyor.

Araştırmacılar ayrıca çıkıntı dalgalarının başladığı bölgeleri de belirlemeyi başarabildi. Çıkıntılar, parmak boğumunun üst sınırlarından, parmak boğumunun bir alt boğumla olan sınır bölgesinden ve boğumun merkezinden yayılmaya başlıyor. Ekip ayrıca simülasyonlar üzerinde çalışarak parmak izi oluşturmayı denedi. Söz konusu üç bölgedeki çıkıntı dalgalanmalarının konumlarını, başlangıç zamanlamalarını ve açılarını değiştirerek sarmal, döngü ve kemerleriyle eşsiz desenlere sahip parmak izleri elde ettiler.

**Kaynaklar**

Glover, J. D. Et al. (2023). The developmental basis of fingerprint pattern formation and variation. Cell 186(5), 940-956.
newscientist.com/lastword/mg25534013-300-what-determines-fingerprints
sciencenews.org/article/fingerprints-form-mystery

Panther Media GmbH / Alamy

# **Mantarlar** Uzun Süre Pişirildiğinde Dahi **Kıvamını Nasıl Korur?**

Mutfakta bolca vakit geçirenler, mantarların pişirme süresi ve sıcaklığından pek de etkilenmediğini fark etmiştir. Farklı türden besinlerin pişerken geçirdikleri yapısal değişimleri inceleyen bir deney de bunu doğruluyor. Araştırmacılar kabak, kırmızı et ve kültür mantarını 40 dakika boyunca buharda pişirerek beşer dakikalık aralıklarla bu besinlerin dokularını test etti. İlk 5 dakikalık dilim sonunda tüm besinler "yumuşak" olarak sınıflandırıldı. Zaman geçtikçe tekrarlanan testlerde et gittikçe sertleşirken kabak lapaya dönüştü, mantarın yapısı ise çok az değişikliğe uğradı. Mantarları diğer besinlerden farklı kılan özellikleri, aslında bitki ve hayvanlar âlemleriyle gösterdiği bazı yapısal benzerliklerden kaynaklanıyor.

Ette bolca bulunan proteinler, uzun amino asit zincirlerinin katlanmasıyla oluşur. Bu katlı yapılanma hidrojen bağlarıyla bir arada tutulur. Pişirme sırasında ete aktarılan enerji, bağların kopması ve bazı protein moleküllerinde hapsedilmiş suyun serbest kalmasıyla sonuçlanır. Pişen et bu yüzden sulanır. Ayrıca doku bölümlerini birbirine bağlayan kolajen lifleri de sıcaklığın etkisiyle jelatine dönüşerek etin sululuğuna ve yumuşaklığına katkıda bulunur. Pişirme süresi uzadığında, sıvı jelatin ve serbest kalan su etten dışarı sızarak uzaklaşır. Böylece et hızla kıvamını ve lezzetini yitirebilir.

Bitkisel besinlerde ise, yüzlerce, hatta binlerce glikoz molekülünün uzun zincirler hâlinde birbirine bağlanmasıyla oluşan nişasta ve selüloz gibi polisakkaritler bulunur. Zincirler, hidrojen bağlarıyla bir araya gelir ve liflere dönüşecek demetleri oluşturur. Polisakkaritlere ve dolayısıyla bitkilere sertlik kazandıran bu yapılanmayı bir arada tutan bağlar, sıcaklık artışıyla zayıflar ve kopar. Yani pişirme sırasında bitki yumuşar ve serbest kalan glikoz molekülleri bitkisel besinleri çiğ durumlarına kıyasla daha tatlı hâle getirir. Pişirme süresi uzadığında, yapısal bütünlük sağlayan polisakkaritlerin parçalanma oranı artar. Böylece, sebzeler de fazla pişirildiklerinde genellikle fazlaca yumuşayarak kıvamlarını ve lezzetlerini yitirir.

Bitkilere benzer biçimde, mantarlarda da yapılarına dayanıklılık katan bir tür polisakkarit bulunur. Ancak mantarlarda bulunan polisakkarit türü, bitkilerde görmeye alışık olduklarımızdan değildir. Mantarlarda, daha çok kabuklu ve eklem bacaklı canlılarda rastladığımız kitin adlı polisakkarit bulunur. Bu polimer, bitkilerdeki benzerlerinden çok daha dayanıklıdır. Yemek pişirmek için tercih ettiğimiz sıcaklıklarda yapısal bütünlüğü kolay kolay bozulmaz. Yani çok uzun süreli pişirmelerde dahi mantarları aynı kıvamda tutmak mümkün. Onları pişirirken dokularında gözlemlediğimiz değişimler çoğunlukla yüksek su içeriğinden kaynaklanır. Bunun nedeni de yapılarında tuttukları fazladan suyu pişirme sırasında serbest bırakmalarıdır.

**Kaynaklar**

Deguchi, S., Tsujii, K., & Horikoshi, K. (2015). In situ microscopic observation of chitin and fungal cells with chitinous cell walls in hydrothermal conditions. *Scientific Reports*, 5(1), 11907.

newscientist.com/article/mg24833031-100-why-its-nearly-impossible-to-overcook-mushrooms

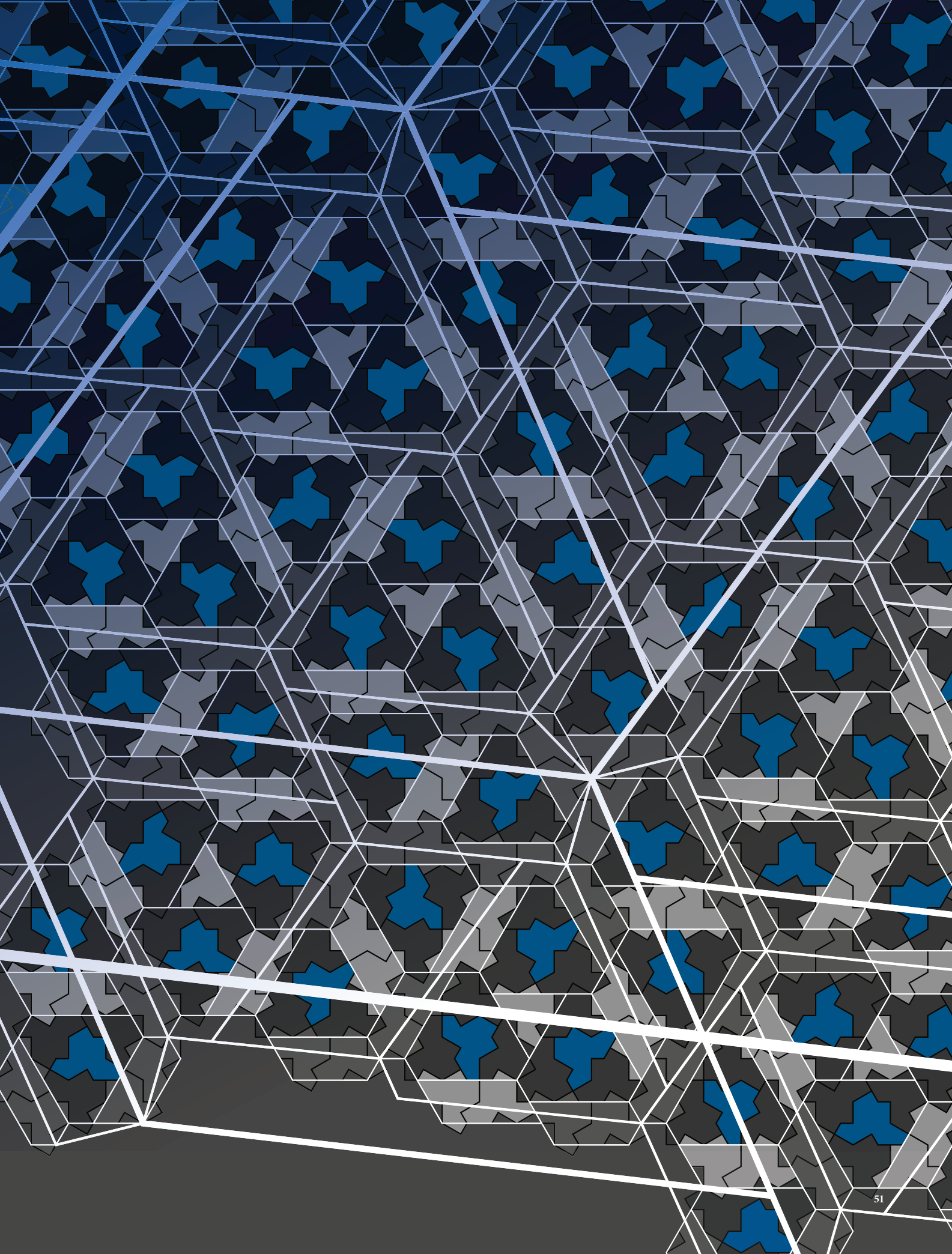
pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2006/cc/b605812d

## Amatör Bir Şekil Meraklısı Tarafından

# İlk "Einstein" Karosu Keşfedildi

İlay Çelik Sezer [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

**Matematikte pek çok keşif, alanında yetkin ve tecrübeli bilim insanları tarafından yapılırken kimi keşifler de beklenmedik birilerinden, örneğin bir öğrenci ya da amatör bir meraklıdan gelebiliyor. Bu durumun bir örneği, ilk "einstein" karosunun geçtiğimiz yılın Kasım ayında emekli bir baskı teknisyeni tarafından keşfedilmesiyle yaşandı. Matematikçilerin neredeyse 50 yıldır aramakta olduğu einstein karoları, şimdiye kadar sadece var olması gerektiği kuramsal olarak tahmin edilen yapılardı. Bütün bir düzlemi boşluksuz olarak kaplarken hiçbir şekilde kendini tekrar etmeyen bir desen oluşturan iki boyutlu özel geometrik şekiller einstein karosu olarak adlandırılıyor.**



Keşfedilen einstein karosunun sahip olduğu 13 kenarlı şekle "şapka" adı verildi. Einstein adı ünlü fizikçi Albert Einstein'ı çağrıştırsa da aslında konu bağlamında tek karoyu temsilen, Almanca'da "bir taş" anlamına gelen "ein Stein" tamlamasından geliyor. Einstein karosu düzenle düzensizlik arasındaki bir çeşit eşikte yer alıyor. Bu karolar birbirleriyle bir bulmacanın parçaları gibi kusursuz biçimde bitişerek sonsuz bir düzlemi kaplayabiliyor ancak bunu tekrarsız şekilde yapıyorlar, yani kapladıkları düzlemde hiçbir şekilde periyodik bir desen oluşturmuyorlar.

Bir kaplamada periyodik bir desen olduğunda karoların belirli bir kısmı başka bir kısmın üstüne bire bir örtüşecek şekilde oturtulabiliyor. Örneğin bir satranç tahtasında sıraları iki yana kaydırdığınızda satranç tahtasının deseni tamamen aynı şekilde görünmeye devam eder. Tek bir şekli olan başka tür karolar da periyodik olmayan desenler şeklinde düzenlenebiliyor ancak şapka adı verilen einstein karosunun özelliği periyodik bir desen oluşturmaya imkân vermemesi.

## Keşfin Sahibi Şekillere Meraklı Emekli Bir Teknisyen

Yapbozlara, fraktallere (farklı ölçeklerle büyütüldüğünde benzer ya da aynı şekilde görünen geometrik şekiller) ve yol haritalarına meraklı emekli bir baskı teknisyeni olan David Smith; ses getiren keşfi yaptığı sıralar en sevdiği şeyle ilgileniyor, şekillerle uğraşıyordu. Polyform Puzzle Solver adlı bir yazılım paketini kullanarak sıradan görünen ve şekli şapkayı andıran bir karo oluşturdu. Sonra da bu karonun kopyalarıyla, boşluklar ve üst üste örtüşmeler olmadan ekranın ne kadarını kaplayabileceğini test etmeye koyuldu. Smith bir karo oluşturduğunda karonun kopyaları genellikle ya tekrarlı bir desen oluşturur ya da ekranı boşluk bırakmadan veya birbirleriyle örtüşmeden kaplamayı başaramazdı. Ancak şapka karosu için her iki durum da geçersiz görünüyordu. Yani şapka karoları tekrarlı bir desen oluşturmadan ekranı kaplamayı başarıyordu. Smith, bu şekli kullanarak 30 tane karton karo oluşturdu ve bunları bir masanın üstünde bir araya

University of Waterloo

getirdi. Sonra aynısından 30 karo daha oluşturup devam edince daha önce görmediği türde bir karo döşemesiyle karşı karşıya olduğunu fark etti ve şapkanın özel bir şekil olduğunu düşündü. Bunun üzerine karosunun özelliklerini Kanada'daki Waterloo Üniversitesinde tanıdığı bir bilgisayar bilimci olan Craig Kaplan'a anlattı. Kaplan hemen bu karonun özelliklerini incelemeye başladı.

Sonunda 20 Mart'ta Smith, Kaplan ve iki başka araştırmacı ile birlikte bir makale yayımlayarak şapka karosunun matematikçilerin elli yıldan fazladır aramakta olduğu bir yapı olduğunu duyurdu: kopyaları bütün bir düzlemi doldurabilen ancak bunu yaparken hiçbir şekilde tekrar eden desenler oluşturmayan tek bir karo. Matematikçiler bu tür karoları ya da karo kümelerini "aperiyodik" olarak niteliyor. Oysa örneğin kare ya da çokgen gibi şekiller düzlemi tekrarlı (periyodik) biçimde kaplıyor.

Makalede şapkanın "periyodik düzeni tüm ölçeklerde bozulmaya zorlamak için yeterli karmaşıklığa sahip olduğunu" belirten araştırmacılar, ayrıca şapkanın bu türden sonsuz sayıdaki farklı karodan yalnızca biri olduğunu fark etti.

1960'larda Robert Berger adlı matematikçi düzlemi aperiyodik olarak kaplayan, toplam 20.426 farklı karodan meydana gelen bir küme oluşturmuştu. O zamandan bu yana matematikçiler şapkanın özelliklerine sahip tek bir karonun arayışındaydı. Berger'in çalışması daha küçük aperiyodik karo kümeleri oluşturmaya yönelik bir yarış başlatmıştı ve nihayet 1970'te Roger Penrose sadece iki aperiyodik karo içeren bir küme keşfetmeyi başarmıştı. 1982'de Dan Shechtman adlı malzeme bilimci, Penrose'un karo döşemelerindekine benzer simetrilerin doğada kuazikristal adlı yapılarda bulunduğunu keşfetti ve bu konudaki araştırmaları sayesinde 2011'de Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldü.

O zamandan beri de matematikçiler iki boyutlu düzlemi boşluksuz, üst üste çakışmaksızın ve aperiyodik olarak kaplayabilen tek bir karonun arayışı içindeydi. Tek bir karo arayışına istinaden Ludwig Danzer adlı Alman geometrici, aranan özel karoya şakayla karışık Almanca "bir taş" anlamındaki "einstein" terimini atfetti. 1990'lı yıllarda iki araştırma grubu 10 kenarlı tek bir karonun bitişik kopyalarını üst üste bindirerek düzlemi aperiyodik olarak kaplamayı başardı. Yaklaşık on yıl sonra da Tazmanya'dan Joan Taylor adlı bir amatör, birbirinden ayrı hâlde birden çok parçası olan bir şekil keşfetti. Taylor ile Duke Üniversitesinden fizikçi Joshua Socolar, 2010'da yayımladıkları bir makaleyle şeklin düzlemi aperiyodik olarak kaplayabildiğini gösterdiler. Son olarak da geçtiğimiz yıl İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden Rachel Greenfeld ile University of California, Los Angeles'tan Terence Tao, döndürülmesine ve yansıtılmasına bile gerek olmadan uzayı kaplayabilen çok boyutlu bir şekil keşfetti.

Fotoğrafta elinde13 kenarlı şapka karolarıyla görülen Prof. Craig S. Kaplan'ın ilgi alanları disiplinler arası geniş bir konu yelpazesine yayılıyor. Özellikle odağındaki konulardan biri ise matematik ve sanat arasındaki etkileşimler. Kaplan matematiksel fikirleri kullanarak sanatçıların ve tasarımcıların kullanabileceği, dekoratif desenler oluşturan araçlar ve algoritmalar üretiyor. Kaplan'ın çalışmaları bilgisayar grafikleri, klasik ve hesaplamalı geometri, insan-bilgisayar etkileşimi, çizge kuramı, simetri ve döşeme kuramı ve algısal psikoloji gibi alanlardan bilgileri harmanlıyor.

Pardy Taxel / Wikimedia Commons

Taylor-Socolar karoları, hiçbir zaman kendini tekrar etmeyen bir desen oluşturan tek bir karo olarak bir einstein karosuna en çok yaklaşan şekildi. Ancak bu karolar şekilde görüldüğü gibi birbirinden kopuk parçalardan oluşuyordu. Bu da aslında karo kavramının esnetilmiş bir versiyonu sayılırdı.

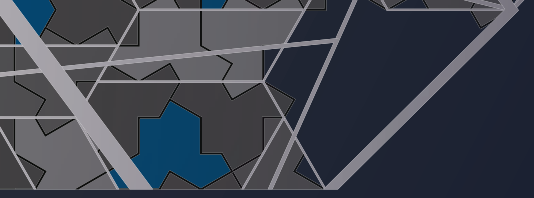
Ancak Smith'in keşfine kadar hiç kimse gerçek bir "einstein" karosu bulmayı başaramamıştı. Öyle ki emekli bir profesör ve geometrik döşemeler alanında araştırmacı olan Marjorie Senechal'in ifadesiyle, matematikçiler bu tür bir karonun gerçekten var olup olmadığına artık şüphe ile yaklaşıyordu. Senechal, Smith'in şapkası kadar basit bir şeklin bir einstein karosu olmasını akıllara durgunluk verici bir durum olarak niteliyor. Senechal bir einstein karosunun şimdiye kadar keşfedilememiş olmasını, matematikçilerin periyodik döşemelerde görülmesi mümkün olmayan "yasaklı" simetrilere dâhil şekillere odaklanmasına bağlıyor. Örneğin Penrose'un döşemeleri, beşgenlerdeki ve beş noktalı yıldızlardaki gibi beşli simetrilere sahiptir. Normal beşgenler düzlemi kaplayamadığından, beşli simetriler aperiyodik döşemeler aramak için doğal bir mecra olarak görülmüş olabilir.

Buna karşılık şapka hiçbir simetri taşımadığı gibi araştırmacıların makaledeki ifadesiyle "alelade bir basitliğe sahip". Bu karo döşemesinin sahip olduğu önemli bir özellik ise bir çeşit periyodik döşemeye karşılık gelen altıgenli bal peteği örüntüsüyle derin bir ilişki içinde olması. Bir altıgen döşemesinden şapka döşemesi elde etmek için önce altıgenlerin karşılıklı kenarlarının orta noktaları birleştiriliyor. Bu her bir altıgeni altı "uçurtma"ya bölüyor. Her bir şapka da komşu altıgenlerden eşleştirilen birbirine bitişik sekiz uçurtmadan oluşuyor. Senechal'e göre şapka karosu, periyodik ve aperiyodik karoların matematikçilerin farkında olduğundan daha yakın şekilde ilişkili olduğunu gösteriyor.

Keşfin ilanından bu yana tüm dünyadan matematikçiler ve geometrik döşeme meraklısı amatörler bu yeni karolarla uğraşmaya başladı. Karonun kâğıttan kalıplarını çıkaranlar, üç boyutlu yazıcı ile şapka karosu üretenler, şapka biçimli örtüler ve kurabiyeler üretenler bunlardan bazıları. Smith şapka karosunun neden olduğu bu heyecan dalgasının pek alışık olmadığı ve kendisine biraz da gerçek üstü gelen bir durum olduğunu söylüyor. Öte yandan Smith'in keşfi döşeme geometrisinde bir hobi meraklısının yaptığı ilk çığır açıcı keşif sayılmaz. 1970'lerde bir postacı olan

D. Smith Et Al/Arxiv.Org 2023

Şapka karosu (birisi koyu renkle vurgulanmış olan) sekiz küçük uçurtma şeklinden (koyu gri çizgilerle vurgulanan) oluşan bir çokgen.



Robert Ammann, Penrose'un döşemelerinin bir kümesini bağımsız olarak keşfetmişti. California'dan bir ev hanımı olan Marjorie Rice 1975'te yeni bir beşgen döşemesi ailesi bulmuştu. Yine daha önce sözü geçen Joan Taylor da Socolar-Taylor döşemesini keşfetmişti. Senechal'e göre belki de matematikçiler gibi bu tür keşiflerin ne kadar zor olduğunu bilmenin getirdiği psikolojik yüke maruz kalmadıkları için hobi meraklılarının keşif yapmaları kolaylaşıyor olabilir.

# İki Yaklaşımlı İspat

Smith ve birlikte çalıştığı üç bilim insanı şapkanın bir "einstein" karosu olduğunu iki yolla ispatladı. Biri, şapkaların kendilerini metakarolar denen daha geniş kümeler biçiminde düzenlediğine ilişkin gözleme dayanıyordu. Daha sonra bu metakarolar daha geniş kümeler olan süperkarolar şeklinde bir düzen alıyor ve bu sonsuza kadar devam ediyordu. Bu durum periyodik olmayan karo döşemelerinde yaygın olan türden bir hiyerarşi içinde gerçekleşiyordu. Bu yaklaşım şapka döşemesinin sonsuz bir düzlemi tamamen kaplayabildiğini ve oluşan desenin kendini tekrarlamadığını ortaya koydu.

## Metakarolardan Süperkarolara Hiyerarşik Yaklaşım

Şapka karosunun aperiyodik olduğunun ispatı, geçmişi 1960'lara kadar uzanan, döngüsel bir şekilde giderek daha büyük yapılar oluşturma biçimindeki tekniğe dayanıyor.

### Metakarolar

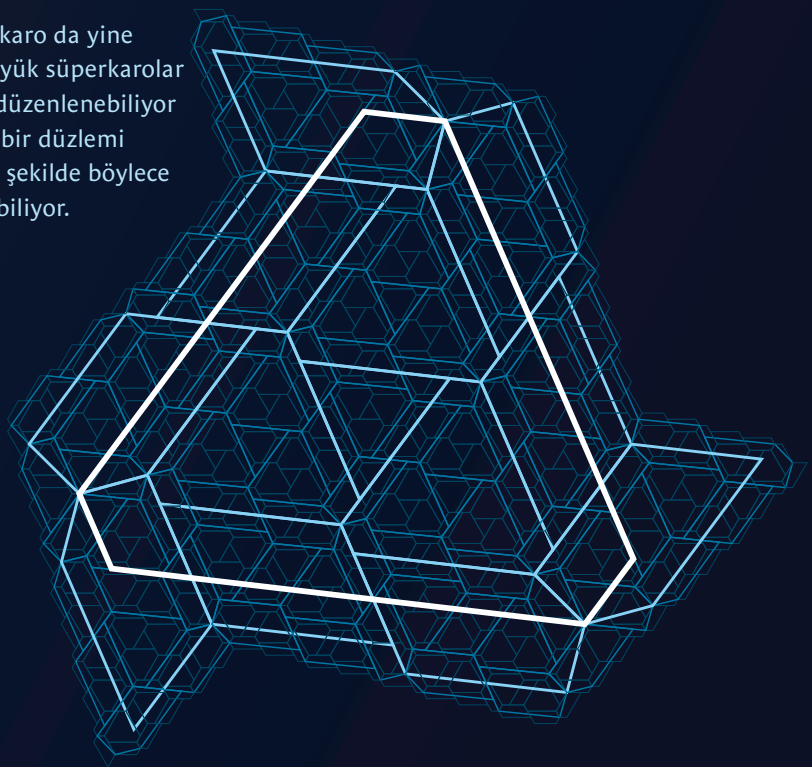
**Şapka Karosu**
Sadece şapka karosu kullanılarak dört metakaro (H, T, P ve F adlı) oluşturulur.

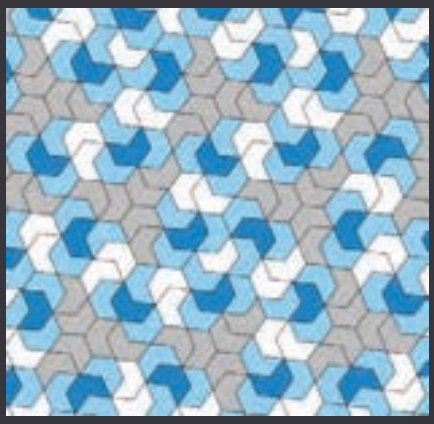
### Süperkarolar

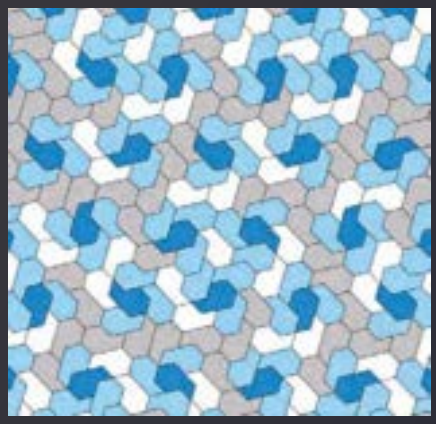
Metakarolar kendilerinin daha da büyük versiyonlarını oluşturacak şekilde bir araya getirilebilir.

### Dört Döngüsel Tekrar

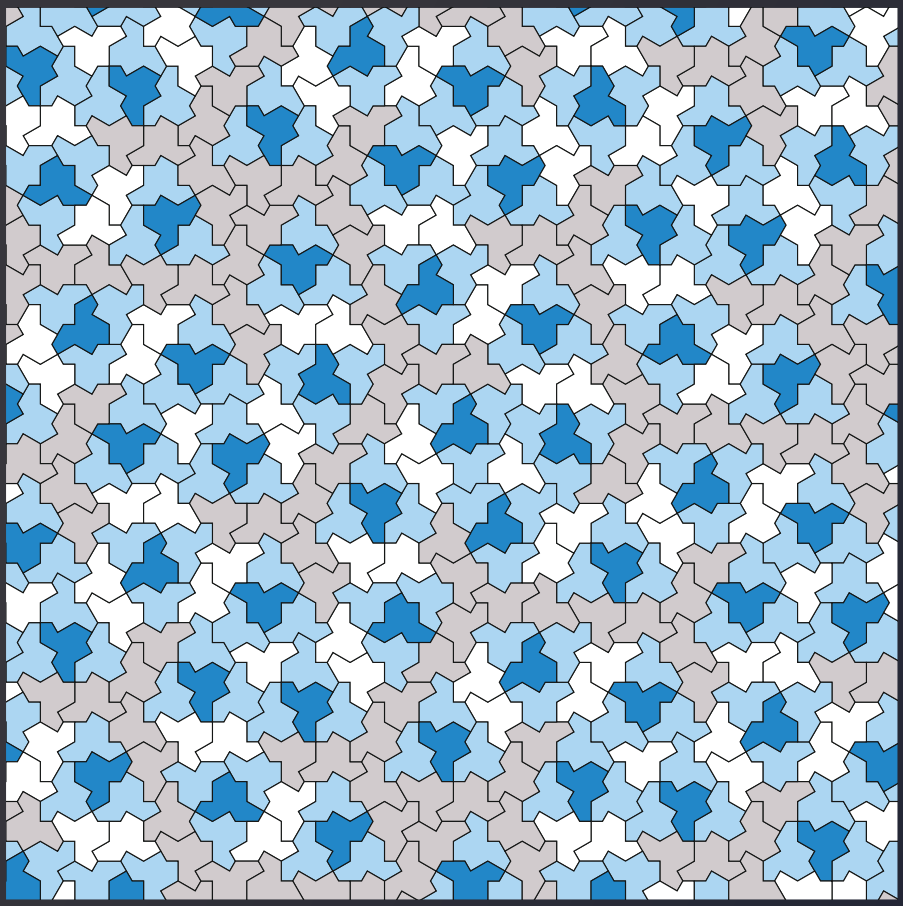
Dört süperkaro da yine daha da büyük süperkarolar biçiminde düzenlenebiliyor ve bu, tüm bir düzlemi dolduracak şekilde böylece devam edebiliyor.







Araştırmacılar şapka karosunun kenar uzunlukları aşamalı olarak değiştirilerek elde edilen şekil ailesinin iki aşırı ucundaki (birinin şekli "v" harfini (solda), diğerininki bir kuyruklu yıldızı andıran (sağda)) iki üyesi ile uzun ve kısa kenarların birbirine eşitlendiği tam ortadaki üye hariç ailedeki tüm üyelerin aperiyodik olduğunu kanıtlayabildi.



D. Smith Et Al/Arxiv.Org 2023

Karekodu okutarak şapka karosunun kenar uzunlukları değiştirilerek elde edilen şekil ailesini gösteren bir GIF görseline erişebilirsiniz.

İkinci ispat ise şapkanın esasen birbirinin devamı olan şekillerin oluşturduğu bir kümenin parçası olduğu gerçeğine dayanıyordu: Ekip, şapkanın kenar uzunluklarını aşamalı olarak değiştirerek aynı aperiyodik deseni meydana getirebilen bir karolar ailesi oluşturabildi. Bu karolar ailesinin iki aşırı ucunda, birinin şekli "V" harfini, diğerininki bir kuyruklu yıldızı andıran birer üye bulunuyor. Araştırmacılar V ve kuyruklu yıldız şekilli iki üyenin geometrilerini kullanarak, bu iki üye ile uzun ve kısa kenarların birbirine eşitlendiği tam ortadaki üye hariç ailedeki tüm üyelerin aperiyodik olduğunu kanıtlayabildi. Döşemelerle ilgili araştırma alanı için bir yenilik niteliği taşıyan bu yaklaşımla, daha önce aperiyodikliği kanıtlamak için kullanılan mevcut üç yaklaşıma bir yenisi eklenmiş oldu.

Greenfeld, matematikçilerin bu yeni tür döşeme için bir çeşit kaynak bulup bulamayacağının bir sonraki basamak için önemli bir soru olabileceğini düşünüyor. 1981'de Nicolaas de Brunjin adlı matematikçi Penrose döşemelerinin periyodik beş boyutlu döşemelerin iki

Şapka karosundan yola çıkılarak oluşturulan bir kaplumbağa figürü döşemesi. Sanatçı Yoshiaki Araki, tasarımını sergilediği Twitter paylaşımında şapka karosu döşemesindeki karoların yaklaşık %12,7'sinin diğerlerinin ayna görüntüsü olduğu bilgisini paylaşırken takipçilerine ön plana çıkardığı kaplumbağa dışında ayna görüntüsü olan diğer kaplumbağanın yerini bulma şeklinde minik bir bulmaca ödevi veriyor. Ayna görüntüsü olan diğer kaplumbağayı siz görebildiniz mi?

Aperiyodik karo arayışları sırasında ortaya çıkan kimi başka döşemeler gibi şapka döşemesi de sanatçılara ilham kaynağı oluyor. Şapka karosundan ilham alan yukarıdaki tasarımın sahibi Robert Fathauer adlı sanatçı da bunlardan biri.

boyutlu gölgeleri olduğunu göstermişti. Greenfeld'e göre, şapka döşemesinin de dinamik ya da yapısal olarak daha yüksek boyutlu periyodik döşemelere karşılık geldiği tespit edilirse bu çok ilginç bir bulgu olacak.

Öte yandan Socolar bir fizikçi olarak şapka döşemesinin materyal özelliklerini incelemeye başladı. Socolar bu döşemelerden birinin içinden ışık geçirildiğinde elde edilen kırınım deseninin araştırmacıların kuazikristallerde gözlemledikleriyle aynı keskin tepe noktalarına sahip olduğunu bulguladı. Yine de şapka döşemesinin kendisine daha önce gördüğü her şeyden farklı göründüğünü de belirtti. ■

**Kaynaklar**

https://www.quantamagazine.org/hobbyist-finds-maths-elusive-einstein-tile-20230404/#
https://www.sciencenews.org/article/mathematicians-discovered-einstein-tile

# Uranüs'ün Halkalarının ve Uydularının En Çarpıcı Görüntüsü

Dr. Özlem Kılıç Ekici [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

**James Webb Uzay Teleskobu birkaç ay önce Uranüs'ü gözlemledi ve ortaya çıkan bu yeni görüntü, Uranüs'ün karmaşık bir halka sisteminin yanı sıra parlak kutup başlığını ve muhtemel fırtına bulutlarını, ayrıca en parlak altı uydusunu gözler önüne seriyordu.**

**Güneş sistemindeki en soğuk gezegen olan Uranüs, Güneş'in etrafındaki yörüngesinde ilerlerken yatay eksende dolanan tek gezegendir. Eksen eğikliği 97,8°dir. Bu da aşırı mevsimlere neden olur, çünkü gezegenin kutupları yıllarca sürekli güneş ışığını ve ardından eşit sayıda yıl boyunca tam karanlığı deneyimler. Uranüs'ün Güneş'in etrafında bir tam turu 84 yıl sürer. Gezegen, bir kutbu Güneş'e bakacak şekilde tekerlek gibi döner. Böylece etrafındaki halkalar da eksenine dik olarak onunla birlikte döner. Çevresinde ince, keskin hatlı ve koyu renkli halkalar bulunur. Halkaların tümü, birlikte hareket eden yaklaşık 1 m çapında koyu renkli kayaç benzeri parçalardan oluşur. Uranüs'ün mantosundaki su, amonyak ve metan donmuş hâlde bulunduğu için bu gezegen buz devi olarak da adlandırılır. Yeşilimsi mavi gezegendeki donmuş metan bulutları yüzeyde beyaz çizgiler hâlinde görülür.**

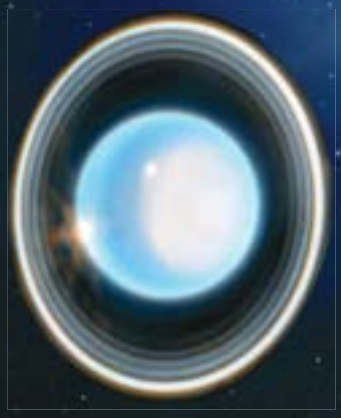
2022'de yayınlanan Neptün görüntüsünün ardından NASA'nın James Webb Uzay Teleskobu (JWST: James Webb Space Telescope), Güneş sisteminin diğer bir buz devi olan Uranüs'ün çarpıcı bir görüntüsünü elde etti. Yeni görüntü, gezegenin atmosferindeki parlak özelliklerin yanı sıra gezegenin halkalarını da içeriyor. JWST'nin verileri, şimdiye kadar yalnızca Voyager 2 uzay aracı ve Keck Gözlemevi tarafından görüntülenebilen en sönük tozlu halkalara karşı bile eşi görülmemiş bir açıklık getiriyor.

1986'da Voyager 2 uzay aracı tarafından ziyaret edildiğinde gezegenin atmosferine dair neredeyse hiçbir özellik belirgin değilken, ilerleyen yıllarda yerden ve uzaydan yapılan gözlemler atmosferinde çalkantılı fırtınalar olduğunu gösterdi.

JWST'nin elde ettiği görüntüde, Uranüs'ün bilinen 13 halkasından 11'i seçilebiliyor. Bu halkalardan bazıları o kadar parlak ki, birbirlerine çok yakın olduklarından, daha kalın bir halka oluşturmuş gibi görünüyor. Bu 11 halkadan 9 tanesi gezegenin ana halkası olarak sınıflandırılmıştı. Gezegene yakın konumda, daha soluk ve dağınık zeta halkası gibi görünen diğer 2 halka ise Voyager 2 tarafından 1986'daki yakın geçiş sırasında keşfedilmişti. Bilim insanları, Hubble Uzay Teleskobu tarafından 2007'deki halka-düzlem geçişi sırasında keşfedilen iki soluk dış halkayı da JWST'nin gelecekte net bir şekilde ortaya çıkaracağını umuyor.

JWST'nin elde ettiği yeni görüntüde, çoğu seçilemeyecek kadar küçük ve sönük olsa da, Uranüs'ün bilinen 27 uydusunun birçoğu yer alıyor. Uydulardan en parlak altı tanesi geniş açılı görüntüde rahatça görülebiliyor. Söz konusu görüntü, yalnızca iki filtre kullanılarak 12 dakikalık kısa bir pozlama ile elde edildi.

Uranüs ile ilgili çalışmalar devam ediyor ve Webb'in bilim operasyonlarının ilk yılında daha fazlasının elde edilmesi planlanıyor. JWST'nin bu gizemli gezegeni gözlemlerken neler yapabileceği buzdağının sadece görünen kısmı. ■



JWST'nin yakın kızılötesi kamerası (NIRCam) tarafından 6 Şubat 2023'te çekilen bu yakınlaştırılmış Uranüs görüntüsü, gezegenin halkalarının çarpıcı görüntülerini ortaya koyuyor. Gezegen, iki filtreden (1,4 mikronluk F140M, 3,0 mikronluk F300M) alınan verilerin birleştirilmesiyle elde edilen bu renkli görüntüde mavi bir ton sergiliyor. Gezegenin sağ tarafında (görselin solunda), Güneş'e bakan kutupta bir parlama alanı (kutup başlığı) var. İlgili kuzey kutup bölgesi yazın direkt güneş ışığı aldığında bu alan ortaya çıkıyor ve sonbaharda kayboluyor.

Gezegenin sol kısmında (görselin sağında) birçok parlak bulut alanı görülüyor. Bu tür bulutlar, kızılötesi dalga boylarında Uranüs için olağandır ve muhtemelen fırtına etkinliğiyle bağlantılıdır. Şu anda bu fotoğrafta görülen kuzey kutbu için baharın sonları; Uranüs'ün kuzey kutbuna yaz 2028'de gelecek. Buna karşılık, Voyager 2 Uranüs'ü ziyaret ettiğinde güney kutbunda yaz mevsimiydi. Güney kutbu artık gezegenin "karanlık tarafında" yani görüş alanı dışında ve uzayın karanlığına bakıyor. (NASA, ESA, CSA, STScI)

JWST'nin NIRCam kamerasının 1,4 mikronluk F140M ve 3,0 mikronluk F300M filtreleri ile elde edilen bu geniş alan görüntüsünde Uranüs'ün halka sistemi, en parlak 6 uydusu (Ariel, Puck, Umbriel, Miranda, Titania, Oberon) görülebiliyor. Ayrıca arka planda birçok gök ada ile birlikte sönük bazı gök cisimleri seçilebiliyor. (NASA, ESA, CSA, STScI)

**Kaynak**

https://www.nasa.gov/feature/goddard/2023/nasa-s-webb-scores-another-ringed-world-with-new-image-of-uranus

Buradaki / iStock

# Temiz Su İhtiyacını Karşılamak İçin Ümit Verici Gelişmeler

Dr. Tuncay Baydemir | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Hızlı sanayileşme ve sürekli artan dünya nüfusu gibi nedenlerle temiz su kaynaklarına ulaşmak her geçen gün daha da zorlaşıyor. Bu nedenle temiz suya erişimin sürdürülebilir olması için acilen gerekli çalışmaların yapılması ve tedbirlerin alınması küresel bir zorunluluk olarak karşımıza çıkıyor.

Birleşmiş Milletler raporuna göre geçtiğimiz yüzyılda suya olan talep nüfus artış hızının iki katından daha fazla arttı. Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Çevre Koruma Ajansı, ülkedeki 70.000'den fazla su kütlesinin kirlenmiş ve kullanılamaz hâlde olduğunu tespit etti. Diğer ülkelerde de durum hiç iç açıcı gözükmüyor. Öyle ki günümüzde yaklaşık 4,5 milyar insan kirletilmiş su kaynaklarının yanında yaşıyor. 2050 yılına kadar dünya nüfusunun yarısından fazlasının temiz su sıkıntısı bulunan bölgelerde yaşayacağı tahmin ediliyor.

Kirli su kaynaklarını kullanmanın yol açtığı hastalıklar da giderek yaygınlaşıyor. Bunlar arasında sindirim sistemi, üreme sistemi ve sinir sistemi rahatsızlıkları öne çıkıyor. Her yıl 1,5 milyondan fazla insan kirli içme suları kullanımından kaynaklanan ishal yüzünden hayatını kaybediyor. Sadece bu veri bile konunun küresel önemini gözler önüne seriyor. Ayrıca gelecekteki olası salgınların önüne geçmek için de temiz suya erişimin garanti altına alınması gerekiyor.

Bu yüzden küresel nüfusun güvenli ve temiz suya erişiminin mümkün olduğunca eşit bir şekilde sağlanması için su artıma teknolojilerinin sürekli bir şekilde geliştirilmesine ihtiyaç duyuluyor. Bu teknolojilerin kolay uygulanabilir, düşük maliyetli, enerji tasarruflu ve etkili olması için büyük çaba gösteren araştırmacılar çoğunlukla güneş enerjisi temelli teknolojiler üzerine yoğunlaşıyor.

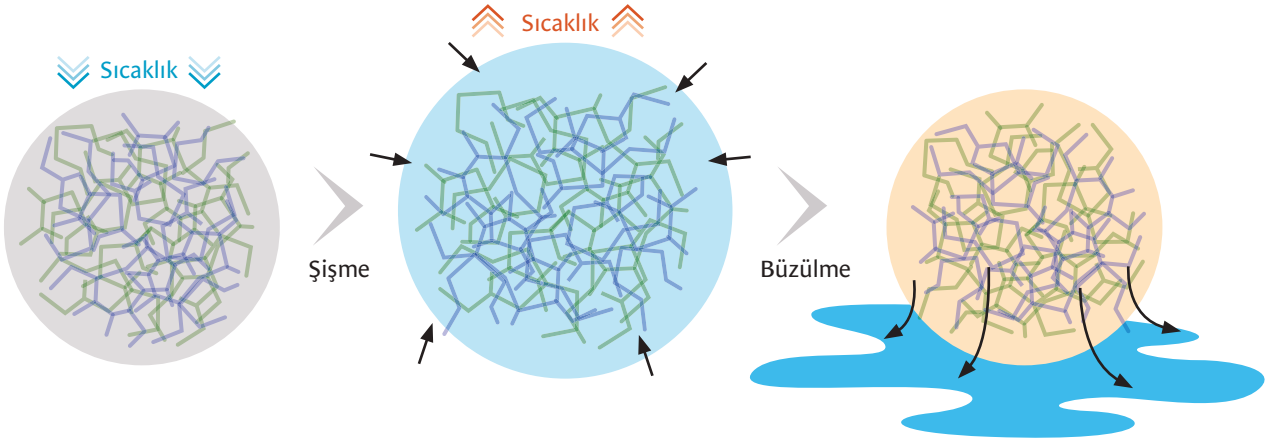
Hâlihazırda güneş ışığını kullanarak su arıtan sistemlerin günlük üretim kapasiteleri düşük, ayrıca tüm hava koşullarında da istenilen sonuçları veremeyebiliyor. Örneğin temiz su elde etmenin bir yolu ısıya duyarlı poli(N-izopropilakrilamid)

Alexey Emelyanov / Alamy

hidrojeli ile mümkün. Bu malzemenin en önemli özelliği düşük sıcaklıklarda suyu seven/suyu sevmeyen hâller arasında geçiş yapabilmesi. İşte bu özelliği sayesinde potansiyel olarak atık su arıtma, suyu tuzdan arındırma ve ortamdaki nemden su elde etme gibi amaçları güneş enerjisi ile gerçekleştirebilir. Ancak bu sistemlerde hidrojel tarafından tutulan su oldukça düşük hızlarda geri bırakılıyor. Bu da güneş enerjisi kullanarak çalışması planlanan sistemin bir kişinin günlük su ihtiyacını karşılamaktan bile uzak olmasına yol açıyor. Ayrıca malzemede suyu temizlerken oluşan yüzey kirlenmesi de kirli su kaynaklarından uzun süreli arıtma yapılmasına izin vermiyor.

Konu üzerine çalışan Princeton Üniversitesinden araştırmacılar en sonunda uzun süre kullanılabilen, hızlı arıtma yapabilen, düşük sıcaklıklarda kirli suyu emen ve ısıtıldığında temizlenmiş suyu serbest bırakan verimli bir hidrojel malzeme geliştirmeyi başardılar. Bu malzemeyi geliştirirken olgunlaşmış ve kurutulmuş lif kabağı meyvesinin açık gözenekli süngerimsi yapısından esinlenen araştırma ekibi, hidrojelin gözenek yapısını yeniden oluşturmayı ve böylece mevcut problemlerin üstesinden gelmeyi hedefledi. Tepkime mekanizmasında yapılan bazı düzenleme ve geliştirmeler sayesinde geniş, açık ve birbirine bağlı gözenekler içermesi sağlanan malzemenin verimli ve sürdürülebilir su arıtma sistemlerini mümkün kılacağı düşünülüyor.

Malzemenin laboratuvar testlerinde, oda sıcaklığında emdiği suyun %70 gibi önemli bir miktarını temizlenmiş olarak 5-10 dakika gibi oldukça kısa sürelerde serbest bıraktığı gözlendi. Bulutlu hava koşullarında ise yine aynı miktarda temiz suyun elde edilebildiği ancak bunun yaklaşık iki kat daha uzun zaman aldığı bildirildi. Geliştirilen yeni malzemenin oldukça düşük enerji kullanarak boya, yağ, metal ve mikroplastikler ile kirletilmiş suları arıtabileceği ve bir insanın günlük temiz su ihtiyacını karşılayabileceği belirtiliyor. Tüm bunların yanında geliştirilen hidrojel yapısının akıllı ilaç salımı, sensör uygulamaları ve kimyasal maddelerin izolasyonu gibi konularda da faydalı olması bekleniyor. ■




Lif kabağından esinlenerek geliştirilen hidrojel malzemenin çalışma prensibi

**Kaynaklar**

Xu, X., Guillomaitre, N., Christie, K.S.S. ve ark., "Quick-Release Antifouling Hydrogels for Solar-Driven Water Purification", *ACS Central Science*, 9, 177-185, 2023.
https://www.chemistryviews.org/hydrogels-for-solar-driven-water-purification/

# VAN GÖLÜ'nün "BİRİCİK" EKOSİSTEMİ

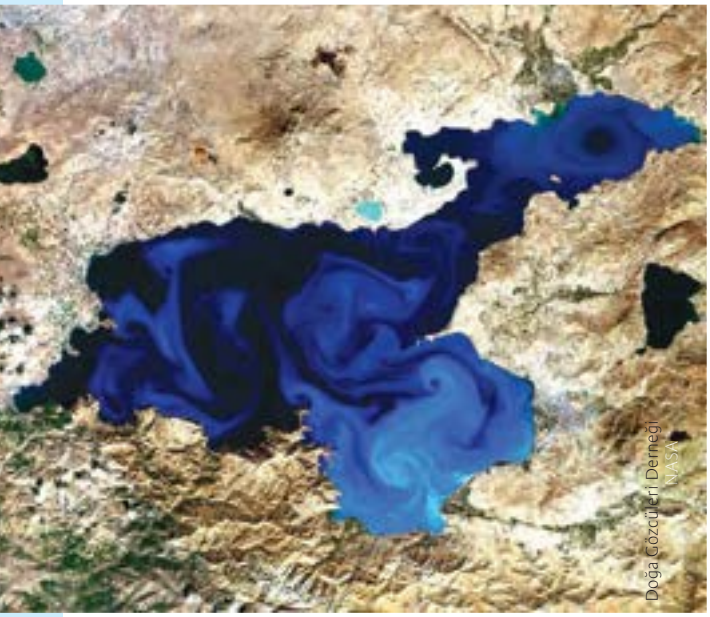
Prof. Dr. Mustafa SARI [ *Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi*

**İlkbaharın başlarında İzmir'den Van'a gitmek üzere arabanıza bindiğinizi varsayalım. Türkiye'nin en batısından en doğusuna uzanan yolculuğun çok ilginç olacağı kesin. Ankara'ya kadar geçtiğiniz dağları çok fark etmeyeceksiniz büyük olasılıkla. Ankara'dan sonra arazi örtüsü gittikçe azalacak, Kayseri'den sonra ise gördüğünüz dağlara hayretle bakacaksınız. Yolunuz inişli çıkışlı olsa da Muş Ovası'na kadar daha çok yokuş olacak. Muş Ovası'nı geçince ise tatlı bir yokuş çıktıktan sonra çıplak dağların arasında devasa ve masmavi Van Gölü karşılayacak sizi. Erek Dağı'nın etekleriyle Van Gölü arasındaki Van'a ulaştığınızda hiç durmadan yol aldıysanız 21-22 saat, arada bir gece konakladıysanız iki gün geçmiş olacak. İzmir'den sizi tatlı bir ilkbahar sabahı uğurlamışken, Van'da henüz bitmiş bir kış karşılayacak.**

**Göl çevresinde birbirinden haşmetli çıplak dağlar bembeyaz karlarla kaplıyken, gök mavisine taş çıkaran gölün mavi sularıyla çevrili Akdamar Adası'nda bademler pembe-beyaz çiçekleriyle eşine az rastlayacağınız manzaralar sunuyor olacak. Yaşlı dünyamızda çok göl var, çok coğrafi oluşum var. Ancak Van Gölü'nün hiçbiriyle tam benzeşemediğini bizzat yaşayarak göreceksiniz.**

Koraysa / iStock

Van Gölü'nü eşsiz yapan bulunduğu coğrafya kadar, oluşumunda da saklıdır. Yaklaşık beş milyon yıl önce Anadolu coğrafyası; dağlar, ovalar ve nehirleriyle bugünkü hâlinden oldukça farklıydı. Batı Anadolu'dan İran'ın batısına kadar uzanan bir iç göl vardı. Yaklaşık iki milyon yıl önce Ardahan'dan İskenderun Körfezi'ne uzanan ve "Anadolu diagonalı" diye adlandırılan tektonik oluşumla Doğu Anadolu Bölgesi yükselerek bugünkü hâline yaklaştı. Böylece iç göl doğu ve batı olmak üzere ikiye bölündü. Batıda kalan iç gölden günümüze Tuz Gölü ile birlikte Göller Yöresi'nde yer alan göller kaldı. Doğuda kalan iç göl ise tektonik hareketlerle birlikte etrafında şekillenen volkanik etkilerle bugünkü Van Gölü şeklini almaya başladı.



Doğa Çözücüler Derneği
NASA

Van Gölü'nün güney kıyılarını çevreleyen ve Toros Dağları'nın en doğu uzantısı sayılan İhtiyar Şahap Dağları hariç, etrafındaki dağların hemen hepsi sönmüş volkandır. Ağrı Dağı, Van Gölü'nün sadece 90 km kuzeyindedir. Tendürek Dağı, Süphan Dağı, Nemrut Kalderası hemen gölün kıyısından başlar. Van Gölü'nün oluşumunda bu dağların hepsinin önemli payı vardır. Yaklaşık 800.000 yıl önce patlayarak Muş Ovası ile Van Gölü'nü ayıran Nemrut Volkanı'nın gölün oluşumunda son noktayı koyduğunun altını çizelim. En son 1441'de tekrar lav püskürten Nemrut Volkanı, dünyanın en büyük kraterlerinden birisidir. Kraterin çapı yaklaşık 7,5 km, çevresi ise 48 km civarındadır.
Çevresindeki volkanların etrafa püskürttükleri karbonatlar yüzünden, başlangıçta bir tatlısu gölü olarak ortaya çıkmış olsa da Van Gölü zamanla bir soda gölüne dönüşmüş. Bu yüzden de Van Gölü'nün suları içme, kullanma veya sulama suyu olarak kullanılamaz. Kapalı bir havzaya dönüşen göl çevresindeki su varlığı; göl dibindeki çatlaklardan kaynayan sular, gölün etrafındaki akarsuların taşıdığı sular ile yağışlardan gelir. Göldeki su kaybı ise göl dibindeki çatlaklardan sızan sular ve buharlaşmayla gerçekleşir. Binlerce yıldır devam eden yağış-akış-buharlaşma dengesi bugünkü göl su seviyesinin oluşmasına neden olmuş.

Van Gölü'nün su kalitesi hem tatlı sulardan hem denizlerden önemli derecede farklıdır. Volkanik arazi yapısında bolca bulunan karbonatlar çeşitli faktörlerin etkisiyle göle taşınmış, Van Gölü'nü denizlere kıyasla karbonat yönünden bin kat daha zengin hâle getirmiş. Yağış ve akışlarla göle taşınan karbonatlar, yine volkanik araziden göle karışan bolca sodyumla (Na) birleşerek sodyum karbonatları ($Na_2CO_3$) yani sodayı oluşturmuş ve Van Gölü dünyanın en büyük soda gölüne dönüşmüş. Bu yüzden tatlı sularda 7, denizlerde 8 civarında olan pH değeri Van Gölü'nde 10 civarında. Diğer bir ifadeyle göl suyu sabunun ve çamaşır sodasının pH değeri ile çok benzer bir nitelikte. Bu yüzden eskiden göl çevresinde yaşayanlar çamaşırlarını gölde yıkamışlar yıllarca. Günümüzde göl sularında çamaşır yıkama alışkanlığı unutulmuş olsa da hâlen kamyonlar dolusu yün Van Gölü kıyılarında yıkanıp kurutulur.

Gölün kapalı bir havza olması, yıllar içinde suyun buharlaşmasına ve suda biriken minerallerin zamanla oransal olarak artmasına zemin hazırlamış. Böylece Van Gölü suları sodaya ilave olarak aynı zamanda tuzlu hâle de gelmiş. Hatta

Van Gölü, %21 tuzluluk oranı ile %18 tuzluluğa sahip Karadeniz'den bile daha tuzludur. Tuzlu-sodalı olması Van Gölü suyundan içme, kullanma veya sulama suyu olarak faydalanılmasını imkânsız hâle getirmiştir. Gölün kapalı bir havzada yer aldığı da dikkate alınırsa göl su seviyesinin iklime bağlı olarak yıllar içinde yükselip düşmesi kaçınılmazdır. Nitekim jeolojik kayıtlar Van Gölü'nün bugünkü seviyesinden 200 m'ye varan miktarlarda daha yüksek ve düşük olduğu dönemlerin varlığını gösteriyor. Diğer taraftan Van Gölü'nün bu özel yapısı onu iklim araştırmaları için ideal bir laboratuvara da dönüştürüyor. Son yıllarda iklim değişimine yönelik işaretler arttıkça bu alanda çalışan bilim insanlarının dikkati daha çok yönelmeye başladı Van Gölü'ne.

*Alburnus tarichi* (Van Gölü inci kefali)

## "Biricik" Ekosistem

Van Gölü'nün hem tuzlu hem sodalı suları onu dünyada "biricik" bir ekosisteme dönüştürdü aslında. Zira Van Gölü ekosistemi hem deniz ve okyanuslardan hem de tatlı sulardan farklıdır. Bu yüzden de planktondan başlayarak bu farklılık tüm yaşam ağına yansır. Van Gölü tuzlu-sodalı suları yüzünden üç basamaklı bir besin piramidine sahip. İlk basamakta yer alan ve karadaki bitkilere denk gelen fitoplankton sayısı 103, ikinci basamakta yer alan zooplankton sayısı 36, üçüncü ve son basamakta yer alan balık türü sayısı ise sadece 2'dir. İki balık türünden birinin Van Gölü inci kefali (*Alburnus tarichi*) olduğunu çok eskiden beri biliyoruz. İkinci balık türünün keşfi ise ancak 2018 yılında gerçekleşti. Zira en büyüğünün boyu 7-8 cm olan küçük mercan balığı (*Oxynoemacheilus ercisianus*), gölün her yerinde değil, sadece göldeki bazı mikrobiyalitlerin üzerinde yaşayabiliyor. Bu kadar küçük olması, onu gölde inci kefali avcılığında kullanılan ağlardan kurtardığı gibi, sadece mikrobiyalitler üzerinde yaşaması da ancak dalışla keşfedilebilmesine neden olmuş. Küçük mercan balığı, üremesi de dâhil bütün yaşamını göl derinliklerinde bulunan mikrobiyalitler üzerinde gerçekleştirir.

*Oxynoemacheilus ercisianus* (Mercan balığı)

Van Gölü inci kefali (yereldeki yaygın adıyla Van balığı) dünyada sadece Van Gölü'nde yaşayan endemik bir türdür. Yani dünyada Van Gölü havzasından başka bir yerde inci kefaliyle karşılaşma şansımız yok. Gölün tuzlu-sodalı sularında yaşamaya uyum sağlamış inci kefalinin henüz Marmara Denizi oluşmadan önce Avrupa'dan Anadolu'nun iç bölgesini kaplayan tatlısu gölüne girdiği, Van Gölü'nün bir tatlısu gölü olarak oluşumuyla birlikte gölde yaşamına devam ettiği, artan tuzluluk ve pH değerine zamanla uyum sağladığı düşünülür. Zira ülkemizin tüm bölgelerinde inci kefalinin yakın akrabaları yaşar. İnci kefali gibi akrabası olan diğer türlerin de zamanla iç gölden diğer tatlısu ekosistemlerine dağıldıkları düşünülüyor.

Van Gölü'nün her yönüyle farklı ekosistemine uyum sağlayabilmiş olan inci kefali hâlen üremek için göl çevresindeki akarsulara gider. Yaşamını gölün tuzlu-sodalı sularında geçirse de ilkbahar ayları geldiğinde, gelincikler göl çevresini kırmızıya boyarken, inci kefali de büyük sürüler hâlinde gölden akarsulara doğru üreme göçüne başlar. Gölün tuzlu-sodalı sularından akarsuya geçmek için fizyolojik uyum amacıyla bir müddet mansapta (akarsu ile göl sularının birleştiği yer) bekledikten sonra, akıntının tersine, akarsuyun kaynağına doğru yüzmeye başlar. Mansaptaki fizyolojik uyum tamamlandığında aslında inci kefali de üreme göçü bitinceye kadar bir nevi oruca niyet eder. Zira fizyolojik uyumdan sonra metabolik faaliyetlerinde ciddi değişim yaşanır ve bu süre boyunca inci kefali beslenmez. Boş mideyle mansapta sükûnetle başlayan üreme yolculuğu, akarsu üzerindeki büyüklü küçüklü şelaleler yüzünden tam bir çileye dönüşür. Önüne çıkan engelleri ve şelaleleri atlayarak, zıplayarak, hatta uçarak aşmaya çalışır inci kefali. Çünkü yumurta bırakmak için en güvenilir bölgenin akarsuyun kaynak kısmı olduğunu bilir. Balıklarda dış döllenme olduğu için göçe 3 yaşından büyük tüm erkek ve dişi balıklar birlikte çıkar. Yolculuk esnasında yorulup, enerjisi tükenen balık akarsu içinde hafif kumlu, çakıllı ve az akıntılı bölgelere yumurtasını bırakır. Genelde bir dişiyi birden fazla erkek balık takip eder bu üreme göçü boyunca. Dişinin bıraktığı yumurtaların döllenmesi için eş zamanlı olarak erkek de üreme hücrelerini bırakır. Sonrasında balıklar kendilerini akarsuyun akıntısına bırakarak mansaba kadar gelir. Mansapta fizyolojik uyum için yine bir müddet beklerler. Gölün tuzlu-sodalı sularına yeniden uyum sağlayan balıklar, sığ ve besinin bol olduğu kıyı sularında yazı geçirerek kaybettikleri enerjiyi yeniden kazanmaya başlar.

Doğa Gözcüleri Derneği

Somonların göçü yüzlerce kilometre sürdüğü için kalan son enerjileriyle yumurtalarını bırakır ve ölürler. İnci kefalinin ise en uzun üreme güzergâhı 23 km'dir. Akarsular üzerinde kurduğumuz barajlar, göletler, su alma arkları, regülatörler ve köprü ayarları gibi yapılar üzerinde balık geçidi olmadığı için inci kefali daha yukarılara gidemez. Hem dişinin hem de erkeğin aynı anda üreme hücrelerini akıntılı suya bırakması ve yumurtaların uygun şekilde döllenmesi zor bir iştir. Döllenen yumurtalar ağırlaşarak yapışkan bir hâl alır ve su içindeki taşlara, kumlara veya su bitkilerine yapışır. Döllenemeyenler ise akıntıyla göle kadar taşınarak oradaki biyokimyasal süreçlere katılır. Çoğunluğu akarsuyun az akıntılı zeminine yapışan döllenmiş yumurtalardan yavruların çıkması su sıcaklığına bağlı olarak 3-7 gün sürer. Yumurtadan çıkan yavrular, ilk günlerini akarsu ceplerinde geçirdikten sonra akıntıyla birlikte yavaş yavaş göle doğru yola çıkar. Bir iki ay içinde yumurtadan çıkan bütün inci kefali yavruları göle dönmüş olur.

Derya kuzusu sayılmasa da hamsi kadar küçük de değildir inci kefali. Maksimum ömrü 7 yıl, ortalama boyu 20 cm, ortalama ağırlığı 120 g civarında olan inci kefalleri, ancak 3 yaşında üreme yeteneği kazanır. Üreme göçünden sonra sonbahara kadar gölün sığ kıyılarında beslenirler. Sular soğumaya başladığındaysa inci kefalleri gölün derinlerine doğru çekilir. Kışı 30-70 m derinlerde geçirdikten sonra ilkbahar aylarında üreme göçüne başlarlar.

İnci kefali avcılığı üreme dönemi olan 15 Nisan-15 Temmuz arasındaki 90 gün hariç, geriye kalan 275 gün boyunca Van Gölü'nde tekneler ve uzatma ağlarıyla yapılır. Lezzetli inci kefalleri, üreme göçünden başlayıp gelecek yılın üreme sezonuna kadar geçen sürede, göl çevresindeki insanların sofralarını zenginleştirir.

Doğa Çözücüleri Derneği

Ülkemizdeki tüm akarsu, göl, gölet ve baraj gölü gibi iç sulardan yılda yaklaşık 40.000 ton civarında balık avlanır. İnci kefali takriben 10.000 ton avcılık ile iç su balıkları avcılığının yaklaşık çeyreğini oluşturur. En yakın sahile 1.000 km uzaklıktaki Van Gölü çevresinde, tandırdan tavaya, dönerden tuzlu balığa farklı pişirme ve tüketim şekilleriyle göl çevresindeki insanların protein ihtiyacını karşılar.

İnci kefalinin üreme döneminde yapılan yanlış avlanma durumu ne yazık ki geçmişten günümüze hâlâ devam ediyor. 1990'lı yıllarda başlayan bilimsel çalışmalarla bilimsel temelli balıkçılık yönetimine geçiş süreci sonucu üreme döneminde yapılan yanlış avcılık büyük oranda engellenmeye başlandı. 1996 yılında toplam avcılığın %90'dan fazlasını oluşturan üreme dönemi avcılığı, günümüzde %20'lere kadar gerilemiş durumda. Bu "nispeten" memnuniyet verici sürdürülebilir balıkçılığa ulaşmada bilimin öncülüğünde bir araya gelen merkezî ve yerel yönetim unsurlarıyla sivil toplum kuruluşlarının çabasına jandarma teşkilatı da büyük katkı sağladı ve hâlen de sağlıyor.

Van Gölü'nde 2018 yılında bir mikrobiyalit üzerinde yaşadığı keşfedilen küçük mercan balığı, gölün kuzey bölgesinde bulunan akarsularda yaşadığı kayda geçirilmiş endemik bir balık türü. Gölün tuzlu-sodalı sularında yaşaması, hatta bu ekstrem habitatta üreyebilmesi mucize gibi. Edremit kıyılarında bulunan ve yüksekliği yaklaşık 13 m civarında olan bir mikrobiyalitin üzerinde yaşadığı keşfedilen bu balık, sonraki dalışlarda şimdilik dört farklı bölgedeki mikrobiyalitlerin üzerinde de tespit edildi. Üzerinde devam eden bilimsel çalışmaların bizi çok yeni bulgu ve bilgilere ulaştıracağından eminiz.

Van Gölü'ndeki eşsiz unsurlar inci kefali göçü ve küçük mercan balığı ile sınırlı değil. Çünkü dünyanın bilinen en büyük mikrobiyalitleri de Van Gölü'nde. Mikrobiyalit, Van Gölü'nde kıyıya yakın ışıklı bölgede taban çatlaklarından çıkan kalsiyumca zengin yer altı suyunun gölün sodalı suları ile karışınca oluşmaya başlayan, siyanobakteriler ve bazı fitoplanktonik organizmalar tarafından oluşumu güçlendirilen, mercan resifi benzeri

Tunart / iStock

Bir mutasyona bağlı olarak görülen iki farklı göz rengi özelliğine sahip Van kedilerine 'tek göz' adı veriliyor.

Travel Photography / iStock

yapılardır. Kayaç gibi gözükmelerine rağmen aslında tıpkı mercan resifleri gibi her yıl büyüyen, dal-kol atan ve katman katman gelişen canlı organizmalardır. Mercan resiflerinin tersine, mikrobiyalitlerin sert karbonat yapıları iskelet değil, biyokimyasal çevrelerindeki mineral çökelmesinin bir sonucudur. Bu yüzden ilk keşfedildikleri günden beri bunlara, "Van Gölü mercanları" adı verilmiştir. Gözenekli bir yapıya sahip mikrobiyalitin içindeki minik boşluklarda, etrafı sert karbonatlı yapıyla çevrilen suların ilerlemesi mikrobiyalit oluşum sürecinin devam etmesine yol açar. Doğal çimentolaşma sürecinin bir sonucu olan mikrobiyalitlerin dal ve kol atması bu şekilde gerçekleşir. Mikrobiyalit oluşum süreci ile mercan oluşum süreci birbirine benzese de yapısal olarak çok farklıdır.

1957 yılında bir bilimsel yayında yer alan Van Gölü mikrobiyalitleri, 1991 yılında Nature dergisinde, "Dünyanın bilinen en büyük mikrobiyalitleri Van Gölü'nde" başlığı ile tanıtıldı. 2013 yılından itibaren Van Gölü'nde görüntülenmeye başlanan mikrobiyalitler, sonra da dalış meraklılarının ilgisini çekti. Çoğunluğu 0-70 m derinlikler arasında yer alan 20 civarında bölgede mikrobiyalit varlığı uzmanlar tarafından belirlendi.

Mikrobiyalit oluşumu için göl dibindeki çatlaklardan su çıkışı şart. Diğer şart da bu su çıkışının gerçekleştiği derinliğin siyanobakteri ve fitoplanktonik organizmaların fotosentez yapabilmesi için ışığın ulaşabildiği sınıra kadar olması. Geçmiş yıllarda, göl su seviyesinin çok aşağılarda olduğu dönemlerde oluşmaya başlayıp su seviyesinin artışıyla büyüyen ve tepesi hâlen ışıklı bölgede kalan mikrobiyalit yapıları var göl kıyılarında. Hâliyle bunların boyu bugünkü ışıklı bölgeden daha derine ulaşıyor.

Ozbaldi / iStock

Van Muradiye Şelalesi

Van Gölü çevresi mevcut bilgimize göre insanlara yaklaşık 7 bin yıldır yurtluk yapıyor. Urartulardan Asurlulara, Perslerden Selçuklulara ve Osmanlı İmparatorluğu'na kadar onlarca

Van Gölü'ndeki mikrobiyalit oluşumu

medeniyete ev sahipliği yapmış zengin bir tarihsel geçmişe sahip. Su medeniyeti denilecek kadar suyu etkin kullanan, Van Gölü çevresinde kanallar ve barajlar yapan Urartuların eseri olan Şamran Kanalı bugün hâlâ Gürpınar'dan Van'a su taşımaya devam ediyor.

Tarih boyunca insanlara kucak açan Van Gölü'nün kirlenmeden kaldığını söylemek mümkün mü? Günümüzde göl çevresinde yaşayan yaklaşık 1,5 milyon insanın her türlü atığı doğrudan veya dolaylı olarak Van Gölü'ne gidiyor. Son yıllarda göl kıyılarında artan yosunlaşma ve renk değişimleri ne yazık ki kirlilik miktarının da arttığını gösteriyor. Van kent merkezine 2021 yılında kurulan ileri biyolojik arıtma tesisi ve kıyısal alanda biriken atıkların dip çamuru temizliği ile alınması umut verici gelişmeler olsa da gölün kirlenmesini önlemek için daha dikkatli olmamız şart. Van Gölü çevresinde henüz endüstriyel tesislerin olmaması belki de göl için en büyük şans.

Van Gölü inci kefalinin üreme göçü esnasındaki eşsiz manzaraları; Van Gölü mikrobiyalitleri; göl çevresindeki muhteşem jeolojik, botanik ve tarihî varlıklar turizm için eşine az rastlanır nitelikte. Mevcut turizm potansiyeline sualtı turizminin de eklenmesiyle, Van Gölü çevresi ülkemizde yeni bir turizm bölgesi olma yolunda hızla ilerliyor. Şimdilik sayıları iki olan dalış merkezlerinin ve artmaya devam eden dalış altyapısının gelişmesiyle önümüzdeki yıllarda dünyanın dört bir tarafından dalgıçların Van Gölü'nün yolunu tutmasını umarak yazımızı sonlandıralım.

Hâlen Van Gölü'nü görmediyseniz gelincikler açtığında tutun Van'ın yollarını. Hem inci kefalinin muhteşem yolculuğuna şahit olun hem de Van Gölü çevresinin birbirinden cazip doğal, tarihî ve kültürel değerlerine sizi dostlukla saran bölge insanının sıcak ev sahipliğinde aşina olun. ■

# BİR İLACIN RENGİ, Onun Etkinliğini Değiştirebilir mi?

Dr. Öğrt. Üyesi Nurten Arslan Işık [ *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi*

***Gözlerimizi kapatıp ufukta batan turuncu güneşi hayal ettiğimizde, turuncunun o sımsıcak ve huzur veren etkisini hissetmemek neredeyse imkânsız. Renklerin hayatımızda önemli rolleri vardır. Renkler aracılığıyla hisseder ve iletişim kurarız. Renkler ruh hâlimizi değiştirebilir; bazıları bize huzur verip bizi rahatlatırken, bazıları huzursuz edebilir; bazıları bizi motive ederken, bazıları dikkatimizi dağıtıp odaklanmamızı engelleyebilir.***

Peki, ağızdan alınan hap şeklindeki ilaçların renkleri ile beklenen etkinlikleri arasında bir ilişki olabilir mi? Yani ilaçların renkleri onların etkinlik düzeylerini arttırabilir mi? Bu soruları cevaplamadan, ilaçlar renksiz dünyadan renkli dünyaya nasıl geçmiş ilk önce ona bakalım.

20. yüzyılın ortalarına kadar haplar genelde yuvarlak ve beyazdı. Reçeteli olanlar ise turuncu şişelerin içinde satılıyordu. 1960'lı yıllarda ilaçların dünyası renklendi. 1970'lerin sonlarına gelindiğinde kırmızı, sarı veya parlak yeşil renkli haplar eczane raflarındaki yerini çoktan almıştı. Bugün ilaç sektöründe binlerce farklı renk kombinasyonu bulunuyor.

Renklerin ilaçların etkinliği üzerindeki tesirini araştıran çalışmalar 1950'li yıllara dayanır. 1958'de *The Journal of Clinical Investigation* dergisinde yayımlanan bir çalışmada hastalara enerji düzeylerinde artış olacağı vaadiyle sarı plasebo ilaçlar verildi. Hiçbir tıbbi etkisi olmayan sarı renkli plasebo ilaçları alan hastalar şaşırtıcı biçimde kendilerini daha enerjik hissettiklerini söyledi.

1970 yılında *British Medical Journal* dergisinde yayımlanan bir çalışmada ise ilaç renklerinin kaygı bozukluğu tanısı almış hastalar üzerindeki etkileri araştırıldı. Araştırma kapsamında kaygı bozukluğu tanısı alan 48 hasta üç gruba ayrıldı. Her bir grup için aynı ilacın kırmızı, sarı ve yeşil renkteki haplarından yalnızca biri seçildi ve tedaviye başlandı. Hastalar bir haftanın sonunda doktor tarafından tekrar değerlendirildi. Sonuç olarak hastaların kaygı şikayetlerinin en çok yeşil renkli haplarla azaldığı görüldü. 1972'de *The Lancet* dergisinde yayımlanan bir çalışmada ise renklerin etkinliğini belirlemek için araştırma kapsamına alınan 56 tıp öğrencisinin bir kısmına mavi, bir kısmına ise pembe plasebo ilaç verildi. Öğrencilere ilaçlarını aldıktan sonra ya sakinleştirici (uykulu, rahatlamış vs. gibi) ya da uyarıcı etkiler (enerjik, neşeli ya da gergin hissetmek vs. gibi) görecekleri açıklandı ve öğrenciler bu şekilde şartlandırıldı.

Sonuç olarak; mavi plasebo ilacı alan öğrencilerin, pembe ilacı alanlara kıyasla kendilerini daha sakin ve daha uykulu hissettikleri belirlendi.

*Food Quality and Preference* dergisinde 2015'de yayımlanan bir çalışmada, araştırmacılar, ilaçların rengi ile etkinliği arasındaki ilişkiyi belirlemek için 97 katılımcıdan yedi farklı renkteki (kırmızı, açık kırmızı, yeşil, açık yeşil, mavi, açık mavi ve beyaz) ilacı incelemeleri ve renklerine göre ilaçların ne amaçla kullanıldığını tahmin etmeleri istendi. Katılımcılar; kırmızı ve açık kırmızı ilaçların diğer renklere göre daha güçlü bir ilaç olduğunu düşündüklerini, beyaz ilaçların ise baş ağrısı semptomlarının tedavisinde etkili bir ilaç olabileceğini düşündüklerini belirtti.

*Pharmacy*'de 2022'de yayımlanan yeni bir çalışmada, ilaçların renginin ilaç üzerinde ne kadar etkili olduğu sorusuna yanıt arandı. Katılımcılara bazı renkler gösterildi ve onlardan ilaçların renkleri ile etkileri arasındaki ilişkiyi değerlendirip puanlamaları istendi. Çalışma sonuçları oldukça çarpıcıydı. Kırmızı, uyarıcı ilaç kategorisinde en yüksek puanı alırken kaygı giderici ilaç kategorisinde en düşük puanı aldı. Mavi ve beyaz renkler ise sakinleştirici ve kaygı giderici ilaç kategorilerinde en yüksek puanı aldı. Beyaz renkli haplar ise en çok ağrı kesici etki ile ilişkilendirildi, hatta beyaz ilaçların ağrı kesici olarak algılandığı konusunda fikir birliği vardı. Araştırmacılar bu değerlendirmelerden yola çıkarak hastaların kırmızıyı canlılık ve heyecan ile; maviyi sakinlik, sessizlik, deniz ve gökyüzü ile; beyazı ise saflık ve huzurla ilişkilendirmiş olabileceğini belirtti.

Renklerin ilaçlar üzerinde oynadığı kritik rollerden bir diğeri de tedaviye uyumdur. *JAMA Internal Medicine*'da 2013'de yayımlanan bir çalışmada, hastaların düzenli olarak kullandığı reçeteli ilaç farklı renkte bir muadil ilaçla değiştirildiğinde, hastaların bu durumdan etkilenerek ilaç almayı bırakıp bırakmayacağı araştırıldı. Araştırmacılardan Harvard Tıp Fakültesi Farmakoepidemiyoloji ve

ARTPLUS / iStock

Farmakoekonomi Bölümünde görevli Prof. Dr. Aaron S. Kesselheim, çalışma sonuçları ile ilgili şunları söyledi: "Renk bakımından farklı olan muadil ilaçları alan hastaların, ilacın alımını durdurma olasılığı yüzde elli daha yüksekti. İlacın rengindeki değişiklikler, hastaları yalnızca bu etkinlik beklentilerinden mahrum bırakmakla kalmaz, aynı zamanda potansiyel olarak yan etkiye de neden olabilir. Bu da çok sayıda komplikasyon, can kaybı ve sağlık bakım maliyetlerinde artış anlamına gelir".

Sonuç olarak, geçmişten günümüze yapılan birçok bilimsel çalışmada bir ilacın renginin kişinin ilacı denemeden önce bile ilaca ilişkin algısını etkileyebileceği ve hastaların farklı renkte bir muadil ilaca geçtiklerinde ilaçlarını kullanmaya devam etmek konusunda tedirgin ve kararsız oldukları hatta bazı kişilerin ilaçlarını almayı bıraktıkları gözlemlenmiş. Tüm bu veriler renklerin hayatımızda gerçekten de önemli bir yere sahip olduğunu, özellikle tıbbi ilaçlar üzerinde kritik rol oynadığını gösteriyor. ■

## Kaynaklar


https://psychcentral.com/blog/archives/2008/12/13/can-blue-colored-light-prevent-suicide

Blackwell, B., Bloomfield, S., & Buncher, C. R. (1972). Demonstration to medical students of placebo responses and non-drug factors. The Lancet, 299(7763), 1279-1282.

Matsubayashi, T., Sawada, Y., & Ueda, M. (2013). Does the installation of blue lights on train platforms prevent suicide? A before-and-after observational study from Japan. Journal of affective disorders, 147(1-3), 385-388.

Kesselheim, A. S., Misono, A. S., Shrank, W. H., Greene, J. A., Doherty, M., Avorn, J., & Choudhry, N. K. (2013). Variations in pill appearance of antiepileptic drugs and the risk of nonadherence. JAMA internal medicine, 173(3), 202–208.

Amawi, R. M., & Murdoch, M. J. (2022). Understanding Color Associations and Their Effects on Expectations of Drugs' Efficacies. Pharmacy, 10(4), 82. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/pharmacy10040082

Wan, X., Woods, A. T., Salgado-Montejo, A., Velasco, C., & Spence, C. (2015). Assessing the expectations associated with pharmaceutical pill colour and shape. Food Quality and Preference, 45, 171-182.

# Tüm TÜBİTAK popüler bilim yayınları için hızlı ve güvenli alışveriş yapabileceğiniz mobil uygulamamıza uygulama mağazalarından erişebilirsiniz!

**Mobil uygulamamızı kullanarak;**

- Kitaplarımızı inceleyip satın alabilir,
- *Bilim ve Teknik*, *Bilim Çocuk* ve *Meraklı Minik* dergilerine abone olabilir,
- Dergilerimizin hem yeni hem de eski sayılarını satın alabilir,
- Favori listelerinizi oluşturabilir ve istediğiniz kişilerle paylaşabilir,
- İndirim ve kampanyalarımızı takip edebilir,
- Elektronik içeriklerimizi edinip okuyabilirsiniz.

TÜBİTAK popüler bilim kitaplarını
ve dergilerini satın alabileceğiniz
MOBİL UYGULAMAMIZ
YAYINDA!
Bilimsel ve teknolojik gelişmelerden haberdar olmanızı ve evreni keşfetmenizi sağlayan TÜBİTAK popüler bilim yayınları parmaklarınızın ucunda. Mobil uygulamamızı hemen indirin!
TÜBİTAK
TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları mobil uygulamasını App Store'dan ve Google Play'den ücretsiz indirebilirsiniz.
TÜBİTAK
BİTO

TÜBİTAK

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları internet sitesini de ziyaret edebilirsiniz.

# Bitki Bazlı Sıcak Köpükle
# Yabani Otlara Çözüm

Dr. Özlem Ak [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

gremlin / iStock

*Smart Agricultural Technology* dergisinde yayımlanan bir çalışmaya göre, bitki bazlı bir köpük, ısıtıldığı takdirde, yabani otları glifosat adlı kimyasal sprey kadar etkili bir şekilde öldürebiliyor. Üstelik bu yöntem daha güvenli ve çevre dostu bir alternatif olabilir.

Yabani otlardan kurtulmanın en yaygın yolu glifosat gibi kimyasal herbisitler kullanmak. Ancak bu kimyasal ürünlerin insanlarda artan kanser riskiyle bağlantılı olup olmadığı ve kurbağalar gibi yabani otların arasında yaşayan hayvanlara zarar verip vermediği konusunda devam eden tartışmalardan ötürü bilim insanları alternatif arayışına girdi.

Yabani otları öldürmenin kimyasal madde içermeyen bir yolu, bitkilerin pörsümesine ve ölmesine neden olan ısıyı kontrollü bir şekilde uygulamak. Bununla birlikte, sıcak su ve buhar kullanarak yabani otları öldürme girişimlerinde ısı bitkilere zarar vermek yerine hızla atmosfere kaçtığı için sınırlı

bir başarı elde ediliyor. Bir İngiliz şirketi olan Weedingtech, bu sorunun üstesinden gelmek için buğday, mısır ve kolza tohumu gibi bitkilerden elde edilen doğal yağlarla şekerlerden yapılan ve sıcak suyla karıştırıldığında ısıyı tutabilen bir köpük geliştirdi. Karışım, elde tutulan bir püskürtme makinesi kullanılarak 97 °C sıcaklıkta yabani otlara uygulanıyor. Bu, yabani otların etrafında 48 saat içinde ölmelerini sağlayan bir termal örtü oluşturuyor. Daha sonra ölü yabani otlarla birlikte köpük de biyolojik olarak toprakta parçalanıyor. Yunanistan'daki iki küçük zeytinlikte sıcak köpük üzerine bağımsız bir çalışma yürüten Atina Tarım Üniversitesinden Illias Travlos ve meslektaşları, sıcak köpüğün bu iki zeytinlikteki yabani otları temizlemede glifosat gibi etki gösterdiğini ve toplam yabani ot biyokütlesini yaklaşık %96 oranında azalttığını gördü. Ayrıca, biçme, malçlama (toprak yüzeyini örtme) ve pelargonik asit (bitki bazlı bir yabani ot öldürücü) püskürtme gibi toksik olmayan diğer yabani ot temizleme tekniklerinden de daha etkili olduğu gözlendi. Bunu, farklı yabani ot mücadele yöntemlerini

Fokusiert / iStock

zeytinliklerin ayrı bölümlerine uyguladıktan sonra yabani otların azalışını bir optik cihazla izleyerek ve kalan biyokütleyi tartarak belirlediler.

Weedingtech'in ticari direktörü Thomas Hamilton, sıcak köpüğün glifosattan oldukça daha pahalı ve uygulanması daha yavaş olduğunu ancak hâlihazırda piyasada bulunan herbisit olmayan diğer seçeneklerden daha uygun maliyetli olduğunu söylüyor. Birçok kasaba ve şehirde yabani otları kaldırımlardan, oyun alanlarından ve diğer kentsel alanlardan temizlemek için sıcak köpük denendi. Hamilton, özellikle toksik olmaması nedeniyle geliştirdikleri yöntemin insanlar etraftayken de uygulanabileceğini ve bu yüzden etkili ve kullanışlı olduğunu söylüyor.

Avustralya, Armidale'deki New England Üniversitesinden Brian Sindel'e göre, bu aşamada, köpüğü ısıtmanın enerji maliyeti ve bunu uygulamak için harcanan zaman nedeniyle, bu yöntem çok geniş ekin alanlarındaki yabani otları kontrol etmek için o kadar da kullanışlı olmayabilir. Bununla birlikte, Hamilton geliştirdikleri ürünün üzüm bağları gibi düşük hacimli ve yüksek değerli mahsullere sahip çiftçilerden yoğun ilgi gördüğünü belirtiyor. Sidney Üniversitesinden Michael Walsh, herbisit olmayan diğer bazı yabani ot kontrol yöntemleri üzerinde hâlihazırda çeşitli çalışmalar yürütüldüğünü söylüyor. Bunlar arasında yabani otları elektrikle veya lazerlerle ortamdan temizlemek ya da güçlü fıskiyelerle kesmek gibi yöntemler bulunuyor. ■

**Kaynaklar**

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375522000284?via%3Dihub
https://www.newscientist.com/article/2338128-plant-based-hot-foam-kills-weeds-as-effectively-as-chemical-spray/

# İnsan KOKU Reseptörünün İlk 3 Boyutlu Yapısı Haritalandı

Dr. Özlem Ak [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

***Burnumuzda bulunan ve koku reseptörleri olarak adlandırılan proteinler sayesinde gül kokusunu hoş, bozulmuş yiyecek kokusunu ise kötü buluruz. Ancak bu reseptörlerin molekülleri nasıl algıladığı ve onları kokuya nasıl dönüştürdüğü hakkında çok az şey biliniyordu. Şimdi, araştırmacılar ilk kez bir insan koku reseptörünün 3D yapısını haritalandırarak, duyuların en gizemli olanını anlama yolunda bir adım daha attılar.***

*Nature*'da yayımlanan bir çalışmada, OR51E2 adı verilen bir koku alma reseptörü tanımlanarak, reseptörün belirli moleküllerle etkileştiğinde peynir kokusunu nasıl "tanıdığı" gösterildi. San Francisco, California Üniversitesinde farmasötik kimyager olan çalışmanın ortak yazarı Aashish Manglik'in belirttiğine göre, bu, temelde koku reseptörlerinden biriyle etkileşime giren herhangi bir koku molekülüne ait ilk "görüntü".

İnsan genomu, birçok kokuyu algılayabilen 400 koku reseptörünü kodlayan genler içerir. Memelilere ait koku reseptör genleri ilk olarak 1991 yılında moleküler biyolog Richard Axel ve biyolog Linda Buck tarafından sıçanlarda keşfedildi. 1920'lerde araştırmacılar insan burnunun yaklaşık 10.000 kokuyu ayırt edebildiğini tahmin ediyordu ancak 2014 yılında yapılan bir çalışma ile bir trilyondan fazla kokuyu ayırt edebildiğimiz öne sürüldü. Her bir koku reseptörü, koku verici olarak adlandırılan kokulu moleküllerin yalnızca bir alt kümesiyle etkileşime girebiliyor ve tek bir koku verici birden fazla reseptörü uyarabiliyor. Yine de koku reseptörlerinin belirli koku maddelerini tam olarak nasıl tanıdığı ve beyinde farklı kokuları nasıl kodladığı hakkında çok az şey biliniyor. Memeli koku reseptör proteinlerinin standart laboratuvar yöntemleri kullanılarak üretilmesindeki teknik zorluklar, bu reseptörlerin koku maddelerine nasıl bağlandığını incelemeyi de zorlaştırmış. Bunun üstesinden gelmek isteyen Manglik ve meslektaşları, koku tanıma dışında işlevleri olan ve koku nöronlarının yanı sıra bağırsak, böbrek ve prostat dokularında da bulunan OR51E2 reseptörüne odaklandı. OR51E2 sirke gibi kokan asetat ve peynirimsi bir kokuya sahip olan propiyonat olmak üzere iki koku molekülü ile etkileşime giriyor.

Propiyonat ve asetata özgü olan OR51E2, sınıf I koku reseptörüdür. İnsanlarda bulunan koku reseptörü genlerinin sadece yaklaşık %10'u bu tür reseptörleri kodlar. Geri kalanlar ise tipik olarak daha geniş bir koku yelpazesini tanıyan sınıf II reseptörleri kodlar.

OR51E2 reseptörünü saflaştıran araştırmacılar, atomik çözünürlüklü bir görüntüleme aracı olan kriyo-elektron mikroskobu kullanarak propiyonat bağlı olan ve bağlı olmayan reseptörlerin yapısını analiz etti. Ayrıca proteinin koku molekülüyle atomik ölçekte nasıl etkileşime girdiğini modellemek için bilgisayar destekli simülasyonlar da kullandılar. Araştırmacılar propiyonatın (karboksilik asidini arjinine bağlayan) özel iyonik ve hidrojen bağlarıyla OR51E2'yi bağladığını buldular. Bu sırada, propiyonata bağlanmanın OR51E2'nin şeklini değiştirdiğini ve böylece reseptörün aktif hâle geldiğini de tespit ettiler.

Koku alma reseptörü OR51E2'nin yapısal modeli

Bilim insanları uzun zamandır koku alma reseptörlerinin kimyasal yapılarını ve hangi reseptör kombinasyonlarının belirli kokulara karşılık geldiğini haritalayan moleküler bir atlas oluşturmayı hayal ediyordu. Ancak konu sadece tek bir koku molekülünün tek bir reseptör molekülüne bağlanmasıyla ilgili değil. Bilim insanları reseptörlerin çok farklı mekanizmalara sahip olabileceklerini ve bu konunun anlaşılması için çok daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu düşünüyor. ■

**Kaynak**

https://www.nature.com/articles/d41586-023-00818-3

ATIDE / iStock

# BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

[ *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

## Thomas Young ve Işığın Dalga Modeli Çalışmaları

Francesca Maria Grimaldi'nin (1618-1663) ve Cristiaan Huygens'in (1629-1695) araştırmaları sayesinde, ışığın doğasının dalga niteliği taşıdığı yönündeki düşünceler gittikçe güçlendi. Bununla birlikte, konuya önemli katkıları olan Huygens'in ışığın küresel yayıldığına ilişkin ileri sürdüğü dikkat çekici açıklamaların olgusal ve kavramsal açılardan geliştirilmesi, başka bir deyişle ayrıştırılması gerekiyordu. Bu durumu en iyi fark eden araştırmacılardan biri Thomas Young (1773-1829) oldu.

Sheila Terry/ SPL

Young, ışığın doğasını ve diğer özelliklerini parçacık kuramının başarılı önermelerine eş değer açıklamalar oluşturacak şekilde, deneysel olarak irdelemeye karar verdi. Henüz irdelemesinin başında, mücadele etmesi gereken ilk sorunun ne olduğunu anladı. Dalga özelliği gösteren olgular hakkındaki bütün veriler su ve hava gibi iki akışkan ortama ilişkindi. Başka bir deyişle, gözlemlenen dalga fenomenleri hakkındaki bütün bilgilerin işaret ettiği gerçek şuydu: Oluşan dalga, kendisinin meydana gelmesini sağlayan bir ortamı gerekli kılıyordu. Su dalgaları suda, ses dalgaları ise havada oluşuyordu. Eğer ışığın yayılımı da iddia edildiği gibi dalga biçimindeyse, o zaman doğal olarak onun da dalgalanmasını ve bu şekilde yayılmasını sağlayan bir ortam olmalıydı. Ancak on dokuzuncu yüzyıla kadar bu konuda açık bir düşünce ortaya konulmamıştı. Ayrıca ışık dalgalarını taşıdığı düşünülen ortama ilişkin deneysel bir çalışma da henüz yapılmamıştı. Dolayısıyla ışığın gizemine kapılan tüm doğa filozofları, hoşlarına gitsin ya da gitmesin, Newton'un gölgesinde çalışmak durumunda kalmışlardı. Çünkü ışıkla ilgili tüm bilimsel tartışmalara hâlâ onun 1704'te yayımladığı Opticks başlıklı kitabı hükmediyordu. Young da Newton'un kitabını ilk kez 1790 yılında, 17 yaşındayken okumuştu. 1797'de, Cambridge'de, ses ve ışık hakkında kendi araştırmalarına başladığındaysa bu kitabın detaylarında âdeta kaybolmuştu. Young'ın derin analizleri, bir yandan Newton'un büyüklüğünü tanımasını sağlarken; bir yandan da Newton'un otoritesini, özellikle de ışığın yapısı hakkında ileri sürdüğü düşünceleri, ciddi şekilde eleştirebileceği yetkinliğe ulaştığını gösteriyordu. Nitekim ilk önemli araştırmalarını sürdürdüğü sıralarda kaleme aldığı denemelerin birinde şunları belirtiyordu: "Newton'a ne kadar saygı duysam da onun yanılmaz olduğuna inanmak zorunda değilim. Sevinerek değil, üzülerek görüyorum ki Newton pek çok hata yapmış ve otoritesi bazı durumlarda bilimin ilerlemesini bile geciktirmiş olabilir."

Oxford Science Archive / Heritage Images / SPL

Sabun köpüğü ile gösterilen ince filmler. Sabunlu suyun yüzey gerilimi kabarcıkların oluşmasını sağlar. Thomas Young ince filmlerin renklerini açıklamak için dalga (dalgalı) ışık teorisini kullandı, 1872.

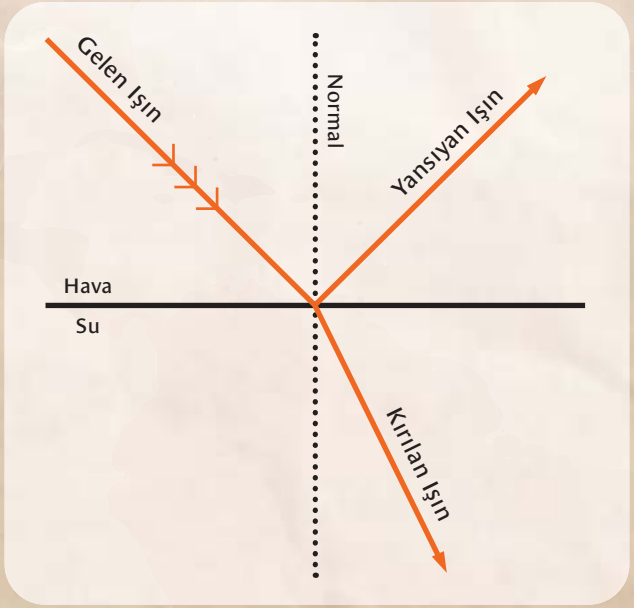
sorrapong / iStock

victoriya89 / iStock

## Young'ın Parçacık Kuramı Analizi

On dokuzuncu yüzyılın başlarına gelindiğinde Young iyiden iyiye ışık ve renk konusuna ağırlık vermeye başladı ve arkadaşı Andrew Dalzel'e 1802 yılında yazdığı bir mektupta, "Işık ve renk araştırmalarım, çok fazla zamanımı almış olmasa da bence bugüne kadar yaptığım ve bundan sonra da yapacağım her şeyden daha önemli." diyerek konuya verdiği ehemmiyeti belirtti. Konuyla ilgili araştırmaları, Young'ın başka bir hususla daha, yukarıda değinilen Newton otoritesinin asıl nedeninin ne olduğuyla yüzleşmesini sağladı. Işık ışınlarının doğrusal yayıldığı çok eskiden beri bilinen ve sayısız deneye konu edinilmiş bir fenomendi. Işık ışınlarını oluşturduğu düşünülen parçacıkların davranışları, doğrusal yayılım şeklinde rahatlıkla gözlemlendiğinden, hiçbir zaman şüphe konusu olmamıştı. Bir engelin arkasından ses rahatlıkla duyulurken, ışığın engelleri aştığına ilişkin olgusal bir kanıt yoktu. Yani açıkçası Newton'un düşüncelerinden şüphe etmeye yol açacak olgusal kanıtlar bulunmuyordu. Newton'un otoritesi sadece onun başarılı bir bilim insanı olmasından değil, optik fenomenlerin deneysel sonuçlarının da bir neticesiydi. Bunu anlayan Young, dalga şeklinde yayıldığını bildiği ses ve ışık arasında analoji kurma yoluna gitti ve konuya ilişkin kuramsal bir yazı kaleme aldı. Newton'un kuramının başarılarını bildiğinden, öncelikle hangi bakımdan eleştirilebileceğine ilişkin bir analizde bulundu ve şu soruyu sordu: Eğer ışık parçacık akışı ise ışığın tekdüze veya sabit hızını nasıl açıklayabiliriz? Başka bir deyişle, fırlatma kuvveti ister en ufak bir elektrik iletiminde, ister iki çakıl taşının sürtünmesiyle oluşan küçücük bir kıvılcımda veya bizzat Güneş'in kor alevinden kaynaklanıyor olsun, nasıl oluyor da fırlatılan bu tanecikler her zaman tek bir düzenlilik içerisinde değişmez hızla itiliyor? Nasıl oluyor da mumun yaydığı ışık tanecikleri ile Güneş'in yaydığı tanecikler, onları fırlatan kaynaklardan bağımsız olarak aynı hızlarla hareket edebiliyor? Bunlara ek sorular da geliştiren Young, asıl can alıcı soruya da ulaşmayı başardı: Eğer ışık taneciklerden oluşuyorsa, su gibi saydam bir yüzeye düşen bir ışın demetini oluşturan ışınların bir kısmı yansırken bir kısmı nasıl oluyor da aynı anda kırılmaya uğruyor? Young'ın bu sorusu Grimaldi ve Huygens'in deneysel sonuçlarının önayak olduğu etkiden daha fazlasına yol açtı ve "aynı anda kırılma ve yansıma" fenomeni gibi gerçekten "daha aşılmaz bir güçlüğü" bilim topluluklarının gündemine sundu. Ulaştığı sonuç şuydu: Mademki ışığın hızı onu fırlatan kaynaktan bağımsız olarak tek biçimlidir (sabittir); o zaman aynı tür ışınların, her durumda tamamen benzer davranışlar sergilemesi gerekir, yani bazıları yansırken, bazıları saydam ortama nüfuz etmemelidir. Gözlemler de bunun doğru olduğunu gösterdiğine göre, parçacık kuramıyla bu durumun açıklanamayacağı ortadadır.

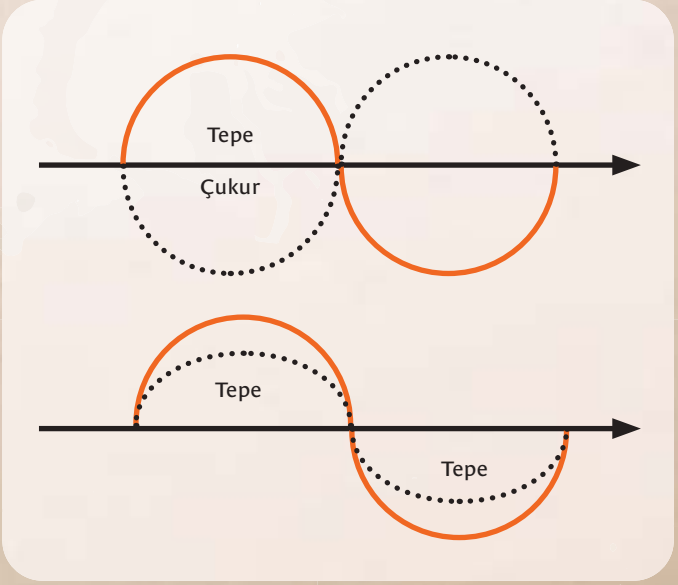
Bu kuramsal değerlendirmeleriyle parçacık kuramının düşünsel temellerini iyiden iyiye sarstığını fark eden Young, bu noktada durmak



niyetinde değildi. Newton kuramının övülen başarılarından biri olan renk açıklamasını da analiz etmeye karar verdi. Ona göre, kuram her bir rengin farklı kırılma derecesine sahip ışınlardan oluştuğunu ve renklerin en başından beri içinde yer aldıkları beyaz ışığın (örneğin prizma tarafından) ayrıştırılması sonucunda oluştuğunu öngörüyordu. Bu düşünceler doğru kabul edildiği takdirde, parçacık kuramının ciddi şekilde belirsizlik taşıyan bir renk açıklamasına dayandığı açıkça ortaya çıkıyordu. Başka bir deyişle, her bir renk için ne kadar sayıda farklı renkli taneciğe ihtiyaç duyulduğu konusunda hiçbir bilgi içermiyordu.

## Young ve Işık Dalgalarının Analizi

Kuramsal bakımdan parçacık kuramının ciddi açmazlarının olduğunu belirledikten sonra Young, optik konusundaki problemleri kökten çözmek için Grimaldi'nin dar aralık deneyini yeniden gerçekleştirmekle işe koyuldu. Bu kez su dalgalarıyla analoji kurarak durgun bir su birikintisinde oluşturulan ve dar bir aralık boyunca ilerleyen bir dalgayla eş hıza sahip ikinci bir dalga dizisinin de dar aralığa girdiğinde ne olacağını sorguladı. Böylesi bir durumda, bunlar eş dalgalar oldukları için birbirlerini kuvvetlendireceklerdir. Birbirleriyle uyumlu iki ışık dalgası söz konusu olduğunda da benzer bir durum olacağını belirten Young, iki dalganın birbirini güçlendirmesi veya zayıflatması hâline ışığın girişim yasası adını verdi. Buna göre, aynı doğrultuda ilerleyen ve dalga boyları eşit olan iki ışık dalgasının üst üste gelmesine, yani bir dalganın tepesinin diğerinin tepesiyle çakışmasına, "güçlendirici girişim"; aynı doğrultuda yol alan ve dalga boyları eşit olmayan iki ışık dalgasının üst üste gelmesine, yani birinin tepesinin diğerinin çukuruyla örtüşmesine, "zayıflatıcı girişim" adlarını verdi.




Bu girişim yasası açıkça Grimaldi'nin eştürel olmayan gölge gözlemini rahatlıkla açıklıyor, ayrıca Huygens'in dalga fikrini de destekliyordu. Artık ışığa ilişkin bu ikinci kuram bilim insanlarının göz ardı edemeyeceği bir nitelikte ortaya konmuştu. Bununla birlikte bu kuramsal anlatımların olgusal olarak da kanıtlanması gerekiyordu. Sıra deneysel araştırmaya gelmişti ve artık Young optik tarihine çift yarık deneyi diye geçen ünlü deneyini gerçekleştirmenin eşiğine gelmişti.

Gelecek sayıda ışığın dalga modeli konusundaki araştırmaları ele almayı sürdüreceğiz. ■

**Kaynaklar**

Robinson, A., *The Last Man Who Knew Everything*, Oxford: Oneworld Publications, 2006.
Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü: Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Dr. Bülent Gözcelioğlu [ *turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr*

# Madagaskar'a Özgü DOMATES KURBAĞASI

Madagaskar'ın doğusundaki yağmur ormanlarının zemininde geceleri aktif olan ve kırmızı domatese benzeyen zehirli bir kurbağa türü yaşar. Domatese benzediği için adı domates kurbağasıdır.

Domates kurbağasının dişileri daha parlak kırmızı-turuncu renkte olurken, erkekler sarımsı turuncu renktedir. Dişiler erkeklerden daha büyüktür. Dişiler 8,5 - 10,5 cm, erkeklerse 6 - 6,5 cm kadar büyüyebilir. Dişilerin 11 yıl, erkeklerin ise 7 yıla kadar yaşadıkları biliniyor.

Bu kurbağaların karın kısmı kirli beyaz renkte olur. Vücutlarının yanlarında koyu kahverengi bir şerit bulunur. İlginç özelliklerinden biri de derilerinden zehirli bir salgı salgılayabilmeleridir. Bu özelliklerine ek olarak, yırtıcıları caydırmak için kendilerini şişirebilirler. Zamanlarının çoğunu yaprakların ve çamurun altında geçiren domates kurbağaları; böcekler, böcek larvaları ve solucanlarla beslenir.

POWEROFFOREVER / iStock

MILEHIGHTRAVELER / iStock

JOHNANDERSONPHOTO / iStock

Prof. Dr. Faruk Soydugan
[ *fsoydugan@comu.edu.tr*

# Gökyüzünde Süzülen Kuğu

Uzun günler, genellikle açık gökyüzü, sıcak havalar ve dışarıda geçirilen daha uzun zamanlar... Yaz mevsiminin gelişi, insanların hem tecrübelerine hem de ilgi ve merak alanlarına göre değişen öncelik ve göstergelerle izleniyor. Mevsimsel geçişler beraberlerinde insanlara vakit geçirmek için kendilerine göre alanların da açılmasını sağlıyor. Bazı insanlar kuş gözlemi yaparak göç eden ve gökyüzünde dolaşan kuşları takip ederken bazıları ise gece gökyüzünde dolaşan gezegenleri, yıldızları, derin uzay cisimlerini gözlüyor. Güneş ışığıyla ortaya çıkan gökyüzü ve doğanın renklerine hayran olanlar da var, yaza doğru gökyüzünde açan gece çiçeklerini bekleyenler de... Bu yazıda güzelliğin, zarafetin ve inceliğin sembollerinden biri olan kuğuya değineceğiniz. Farklı türleri olsa da bir gölde veya gündüz gökyüzünde yavaşça süzülen beyaz kuğu ilk akla gelenlerden biri. Başka bir kuğu da yaza girerken gökyüzünde süzülmeye başlıyor.

Yaz aylarında geceleri dışarıda zaman geçirirken doğal karanlık bir ortamda bulunuyorsanız ve Ay da gökyüzüne güçlü ışık verecek evrelerde değilse, gökyüzünde 2.000'den fazla yıldız görebilirsiniz. Haziran ayının ilk günlerinde akşam hava kararıktan sonra, çok sayıda yıldız arasında, kuzey küre gökyüzünde güney ufkundan yükselmeye başlayan ve süzülen "Kuğu" dikkat çekici bir görüntü sunar. İçinde bulunduğumuz gök adanın bir kolunun doğrultusunda yer alan Kuğu, bu bölgenin yoğunluğunun (yıldız sayısı, gaz ve toz) etkisiyle, kendisine ayrılmış güzergâhta mevsimsel göç geçişini veya ziyaretini gerçekleştirir. Bu mevsimde gündüzleri de gökyüzünde belirli bölgelerde süzülen kuğuları gözlemek için kuş gözlemcileri de yerlerini alıyor.

Kuğu (Cygnus) Takımyıldızı'nın gökyüzünde bulunduğu konum

Larry Landolfi / SPL

Kuğu Takımyıldızı

ve parlak yıldızlar içermesi onu her zaman ilgi çekici kılmıştır. İlk kez 2. yüzyılda Yunan gök bilimci Ptolemy tarafından listelenen 48 takımyıldızı arasında yer alan Kuğu, günümüze kadar gerek amatörler gerekse profesyonel gök bilimciler tarafından kullanıldı. Kuğu, gökyüzünde 804 derece kare alan kaplar ve $+90^0$ ile $-40^0$ enlemlerinden gözlenebilir. Kuğu'yu gökyüzünde bulmak kolaydır. Bu güzel kuş görünümlü alan gök adanın bir kolunun uzanımında yer alır. Gökyüzünde Yaz Üçgeni'ni oluşturan üç parlak yıldızından biri olan Kuğu'nun en parlak yıldızı Deneb (üçgenin diğer iki köşesinde Çalgı'nın Vega yıldızı ve Kartal'ın Altair yıldızı yer alır) bu takımyıldızı bulmayı kolaylaştırır. Kuğu'nun gökyüzündeki komşuları, Ejderha (Draco), Kertenkele (Lacerta), Çalgı (Lyra), Kanatlı At (Pegasus) ve Tilki (Vulpecula) takımyıldızlarıdır. Kuğu, etrafındaki bu yıldız alanlarıyla birlikte yaz ve sonbahar gökyüzünde dikkat çeker. Ücretsiz gökyüzü simülasyon yazılımı olan Stellarium'un web uygulamasına aşağıdaki kare kod yardımıyla ulaşabilir, konum ve zaman bilgilerini girerek Kuğu'nun gökyüzünde nerede ve nasıl konumlandığını görebilirsiniz.

constellation-guide.com

Yaz Üçgeni ve Kuğu Takımyıldızı

Cygnus'un önemli yıldızlarına ve alandaki derin uzay nesnelerine değinmeden önce bu takımyıldızının birkaç öne çıkan özelliğinden bahsedelim. Kuğu Takımyıldızı, Hercules takımyıldızları grubunun üyesidir. İlk gözlenen kara delik adaylarından birini içeren Cygnus X-1 çift sistemi bu bölgede yer alır. Çıkış noktası bu gökyüzü alanına karşılık gelen iki zayıf meteor yağmuru (Kappa Cygnidler ve Ekim Cygnidleri) bilinmektedir. Kepler Uzay Teleskobu'nun gökyüzü tarama alanının bir bölümü Kuğu bölgesini kapsadığı için bu bölgedeki bazı küçük kütleli yıldızlar etrafında ötegezegenler keşfedildi.

Mavi beyaz süper dev yıldız Deneb, Kuğu'nun en parlak yıldızıdır ve görünür parlaklığı 1,25 kadirdir. Kuğu'nun kuyruğunda yer alır ve "deneb" Arapçada kuyruk anlamına gelir. Güneş'ten 60.000 kat daha fazla enerji yayan Deneb'in kütlesi Güneş'in 20 katıdır. Yaklaşık 2.600 ışık yılı uzaklıkta bulunan bu dev yıldız, Mars gökyüzünde gök kutbuna oldukça yakın bir konumdadır. Yarıçapı Güneş'in yarıçapının yaklaşık 200 katı olan Deneb, Güneş sisteminin merkezinde yer alsaydı, Dünya'nın yörüngesini aşacak kadar büyük bir yer kaplardı. Deneb günümüzden yaklaşık 7.500 yıl sonra kuzey küre gökyüzünde kutba yakın yıldızlardan biri olarak görünecek.

Albireo ($\beta$ Cyg), Kuğu'nun başına yakın bölgede bulunan bir çift yıldızdır. Çıplak gözle görsel parlaklığı 3 kadir olduğu için kolaylıkla görülen bu yıldız, aslında daha parlak sarı ve daha sönük mavi bileşenlerden oluşur. Sarı yıldız, tayf türü K olan bir dev yıldız gibi görünürken, mavi yıldız ise yaklaşık 13.000 K sıcaklığında, kendi etrafında saniyede 250 km hızla dönen bir B yıldızıdır. Albireo'daki iki yıldız birbirinden 35 açı saniyesi uzaklıktadır ve küçük çaplı bir teleskopla ayrı ayrı görülebilir. Albireo A, uzun dönemle dolanma hareketi yapan yakın iki bileşen yıldıza sahiptir.

Sadr ($\gamma$ Cyg), görsel parlaklığı 2,2 kadir olan sarı-beyaz bir süper dev yıldızdır. Yaşı sadece 12 milyon yıl olan Sadr'ın kütlesi Güneş'in 12 katı, uzaya yaydığı enerji ise Güneş'in yaklaşık 33.000 katıdır. $\gamma$ Cyg, Kuğu'nun göğüs bölgesinde yer alır ve "sadr" Arapçada "göğüs" anlamına gelir. Sadr'ın yakınında ilginç derin uzay nesneleri bulunur. Açık kümeler NGC 6920, Collinder 419 ve Gama Cygni Bulutsusu bu nesnelerdendir. Uzaklığı yaklaşık 1.800 ışık yılı olan Sadr'ın tayfında sismik değişim gösterdiğine ilişkin izler belirlenmiştir.

Kuğu'nun parlak (görsel parlaklığı 2,87 kadir) yıldızlarından biri de $\delta$ Cyg'dir. Uzaklığı 165 ışık yılı olan $\delta$ Cyg, bir üçlü yıldız sistemidir ($\delta$ Cyg A, Fawaris ismiyle bilinir). Fawaris, sıcaklığı yaklaşık 10.000 K olan mavi-beyaz bir yıldızdır. Çekirdeğindeki hidrojeni bitirme aşamasında olan bu yıldız, uzaya Güneş'in 155 katı enerji yayar. $\delta$ Cyg B, sarı-beyaz bir anakol (çekirdeğinde hidrojen yakma sürecinde) yıldızıdır ve kütlesi Güneş'in kütlesinin 1,5 katıdır. $\delta$ Cyg'nin turuncu soğuk üçüncü bir sönük bileşeni de bulunuyor.

Kuğu, büyük kütleli yıldızların ölü çekirdeklerini içeren farklı X ışını kaynaklarına da ev sahipliği yapıyor. İlk kara delik içerdiği gözlemlerden belirlenen çift sistem Cygnus X-1 (Eta

spitzer.caltech.edu

Kuzey Amerika Bulutsu'nun farklı dalga boylarında görünümü (NASA)

Cyg yakınında) bunlar arasında en dikkat çekenlerden biridir. Bu gökyüzü alanındaki Cygnus X-3, bir ölü yıldız çekirdeği (kara delik veya nötron yıldızı) etrafında yaklaşık 4,8 saat dönemle dolanan bir Wolf-Rayet yıldızı içerir. Bu bölgedeki diğer X ışını kaynağı Cygnus X-2 ise bir nötron yıldızı etrafında bir A türü dev yıldız içeren bir çift yıldız sistemidir.

Yıldızların tümünün ışığında değişim gözlenmektedir. Bunlardan, farklı süreçlerle (pulsasyon, patlamalar, tutulma olayları vb.) ışık değişimi belirlenebilenler değişen yıldızlar olarak sınıflandırılır. Değişen yıldızlar, yıldızların temel parametreleri yanında farklı fiziksel süreçleri (kütle atımları, manyetik çevrimler, sismik değişimler vb.) araştırmak için gözlenir. Kuğu'nun kapladığı alanda da farklı tür değişen yıldızlar yer alıyor. En parlak yıldızlarının neredeyse tamamı çift veya çoklu değişen yıldızlar olmasının yanında, cüce nova SS Cyg, Mira türü değişen Chi Cyg, güçlü rüzgârlar gösteren P Cyg ve yarı düzenli değişen kırmızı dev yıldız W Cyg diğer öne çıkan değişen yıldızlar olarak sayılabilir.

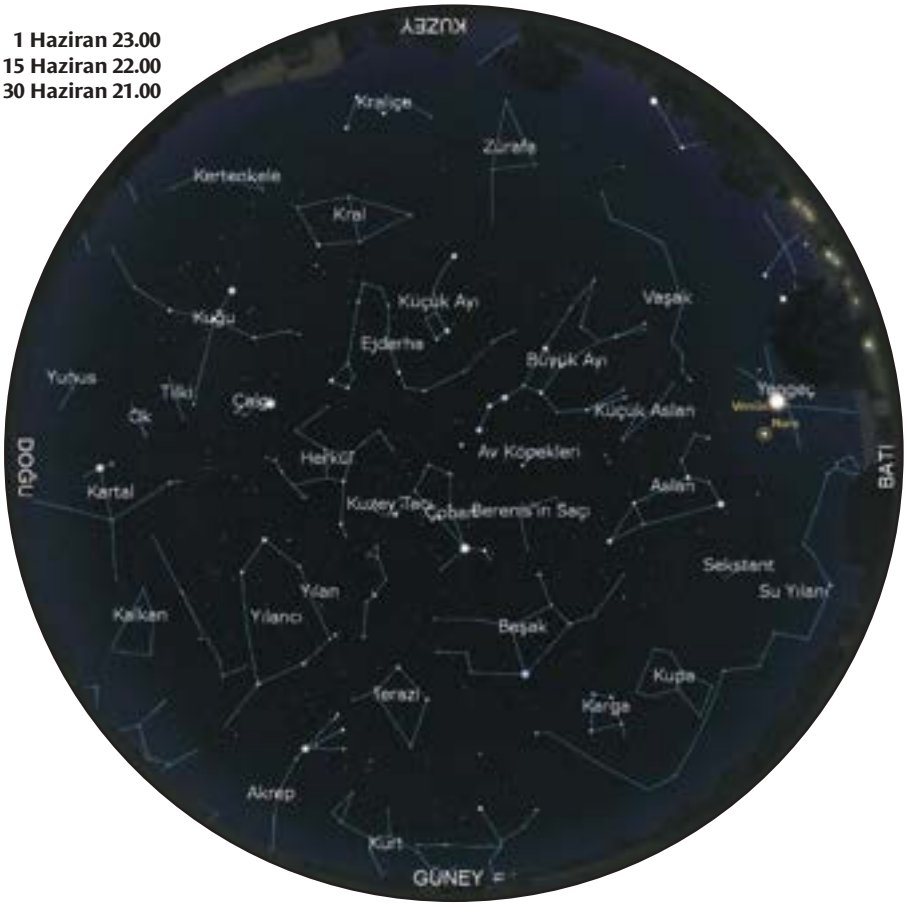
Kuğu bölgesinde bizlerden çok uzaklarda bulunan derin uzay nesneleri de yer alıyor. Messier 29 (M29 veya NGC 6913), görünür parlaklığı 7,1 kadir olan ve yaklaşık 4.000 ışık yılı uzaklıkta bulunan bir açık kümedir. γ Cyg yakınında gözlenen bu kümenin yaşı yaklaşık 10 milyon yıldır. Dürbün ile gözlenebilecek parlak açık küme olan M39, Pi Cyg yakınında bulunur. Gökyüzünde yaklaşık dolunay büyüklüğünde açısal yayılıma sahip, çok sayıda değişen yıldız içeren bu küme, yaklaşık 280 milyon yıl yaşındadır. Havai Fişek Gök Adası (NGC 6946), Kuğu'nun kenarında yer alır ve âdeta onun güzelliğine güzellik katar. Yaklaşık 22,5 milyon ışık yılı uzaklıktaki bu gök adanın görünür parlaklığı 9,6 kadirdir. Kral Takımyıldızı sınırında olan bu gök adada çok sayıda süpernova (örneğin SN 1917A, SN 1980K, SN 2008S) gözlenmiştir. Kuğu'da, dikkat çekici moleküler bulutsular da bulunuyor. Kuzey Amerika Bulutsusu (NGC 7000) bunlardan biridir. Salma bulutsusu olan NGC 7000, Deneb yıldızına çok yakındır ve çıplak gözle görülebilecek kadar parlaktır (görsel parlaklığı yaklaşık 4 kadir). Dolunay'ın gökyüzünde kapladığı alandan 10 kat fazla alan kaplayan bu bulutsu, dürbün veya büyük alan gören teleskoplarla gözlendiğinde bulut benzeri bir görünüme sahiptir. Aktif yıldız oluşumlarının devam ettiği bulutsu, çok sıcak yıldızlarla ısıtılır ve HII (iyonize hidrojen) bölgeleri içerir. Peçe Bulutsusu da (NGC 6992) bu bölgede yer alır ve ısıtılmış iyonize gaz ve tozdan oluşur. Bu bulutsu, bir süpernova kalıntısı olan Cygnus Loop'unun görünür kısımlarına karşılık gelir. Hubble Uzay Teleskobu gözlemleriyle bu bulutsudaki maddenin saatte yaklaşık 1,5 milyon km hızla genişlediği belirlenmişti. Bir Wolf-Rayet yıldızından (HD 192163) atılan maddenin oluşturduğu Hilal Bulutsusu (NGC 6888) hem araştırmacıların hem de astrofotoğrafçıların ilgilendiği yaygın kaynaklardan biridir. Bir amatör gök bilimci tarafından keşfedilen Sabun Köpüğü Bulutsusu (PN G75.5+1.7), Kuğu Takımyıldızı'nda Hilal Bulutsusu yakınında yer alır ve Güneş türü bir yıldızın ölümü sırasında geçirdiği patlamayla oluşan bir gezegenimsi bulutsudur.

Peçe Bulutsusu (NASA)

Yaz akşamlarında Kartal ile birlikte Kuğu Takımyıldızı gökyüzündeki dikkat çekici kuş takımyıldızlarıdır. Sizleri gündüzleri gökyüzünde veya göllerde süzülen kuğuları seyretmek kadar ilgi çekebilen; gökyüzünde süzülüp parlayan dev yıldızları ve bulutsuları ile farklı türlerde gök cisimleri içeren Kuğu yani Cygnus Takımyıldızı'nı gözlemeye davet ediyoruz. Açık ve berrak bir gök kubbede bol yıldızlı sahnelere bekliyoruz.


https://www.constellation-guide.com/constellation-list/cygnus-constellation/
https://earthsky.org/constellations/cygnus-the-swan-milky-way/
https://www.universetoday.com/20569/cygnus-constellation/
https://en.wikipedia.org/wiki/Cygnus_(constellation)
https://www.star-facts.com/list-of-stars/

**1 Haziran 23.00**
**15 Haziran 22.00**
**30 Haziran 21.00**




## Ayın Önemli Gök Olayları

**07 Haziran** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (364.864 km)
**10 Haziran** Ay ve Satürn gün doğumundan önce doğuda birbirlerine yakın görünümde
**14 Haziran** Ay ve Jüpiter birbirlerine çok yakın görünümde
**21 Haziran** Yaz gün dönümü (en uzun gündüz, en kısa gece)
**22 Haziran** Ay, Venüs ve Mars gün batımında batıda birbirlerine yakın görünümde
**22 Haziran** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (405.386 km)

22 Haziran gün batımında batı gökyüzü

# Gezegenler

**Merkür:** Sabahları gün doğumundan önce doğu ufkuna yakın gözlenebilecek olan gezegene ayın ilk haftası teleskop veya kuvvetli bir el dürbünü ile görülebilecek Uranüs de eşlik ediyor. Günler ilerledikçe gökyüzünde Güneş'e yaklaşmaya başlayan gezegenin ayın son haftasından sonra görülmesi mümkün olmayacak.

**Venüs:** Gün batımında batı bölgesindeki en parlak gök cismi olan gezegenin gözlem süresi yavaşça kısalmaya başlasa da iki saati aşan sürelerle gökyüzünde. 22 Haziran akşamı gökyüzünde Ay ve Mars ile yakın görünecek, haziran sonunda ise Mars ile oldukça yakınlaşacak.

**Mars:** Gün batımında gökyüzünün batı bölgesinde görülebilecek gezegen gece yarısından bir saat öncesine kadar gözlenebilir. Günler ilerledikçe parlaklığı hafifçe azaltmaya başlayacak. 22 Haziran'da Ay ve Venüs ile yakın görünecek. Ayın son günü ise Venüs'le gökyüzünde daha da yakın olacak.

**Jüpiter:** Gezegen gün doğumundan önce doğudan yükselmiş durumda. Onunla aynı bölgede Merkür ve teleskopla fark edilebilecek Uranüs de bulunuyor. Günler ilerledikçe gözlem süresi de yavaş yavaş uzayacak. 14 Haziran'da son dördün evresindeki Ay ile oldukça yakın görünecek. Ayın son haftasında gezegen artık gece yarısından iki saat sonra doğudan yükselmeye başlayacak ve Güneş doğuncaya kadar gökyüzünde kalacak.

**Satürn:** Parlaklığı geçtiğimiz aya göre fazla değişmeyecek. Haziran başında gece yarısından yaklaşık bir saat sonra doğudan yükselecek. Günler ilerledikçe gözlem süresi yavaşça artacak. Ayın sonuna doğru artık gece yarısından önce doğudan yükselmeye başlayacak ve gecenin ikinci yarısında Güneş doğuncaya kadar gökyüzünde kalacak.

# Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu [ *dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

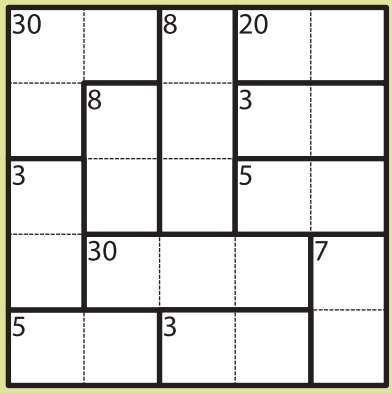
# Ayın Oyunu:
# İşlemsiz Kendoku

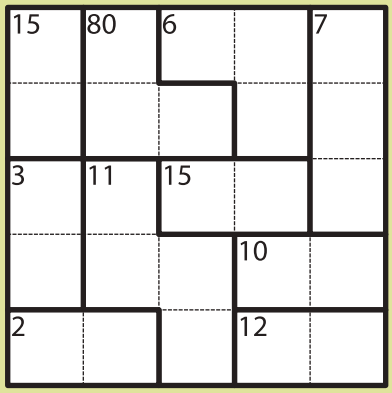
### İşlemsiz Kendoku Oyun Kuralları

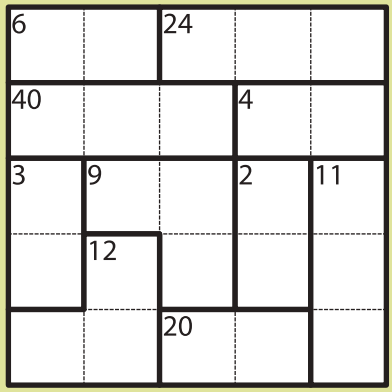
Her satırda ve sütunda 1'den 5'e kadar tüm rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

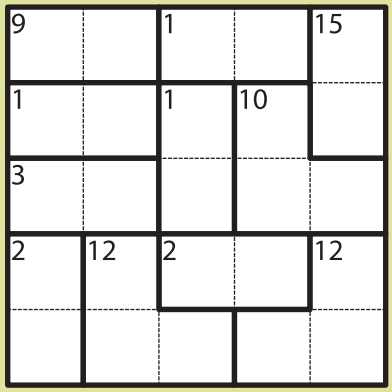
Bir bölge içerisinde rakam tekrarı olabilir.

Kalın çizgiyle belirtilmiş her bir bölgenin köşesindeki sayı, o bölgenin içindeki rakamların dört işlemden (toplama, çıkarma, çarpma, bölme) birisi uygulanarak hesaplanmış sonucunu vermektedir.

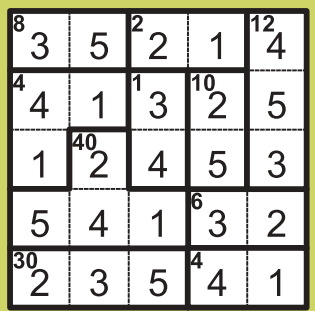


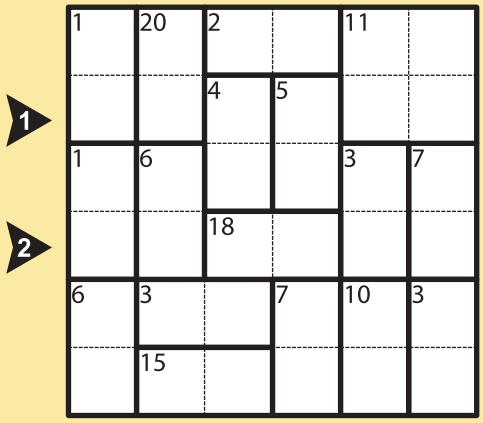




## Kendoku - Örnek Çözüm



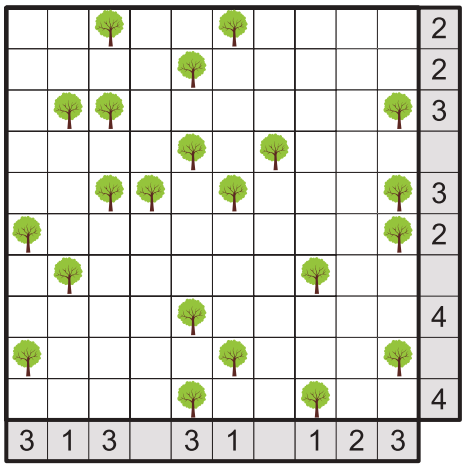

## Ödüllü soru

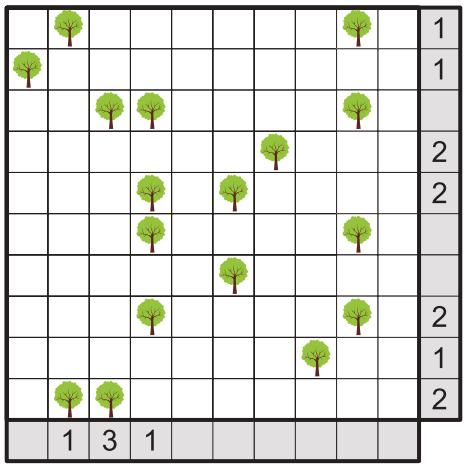
▼ İşlemsiz Kendoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Işığın Öyküsü* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin Facebook ve Twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü ABC Kadar Kolay sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi Facebook ve Twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.




**Ok doğrultusundaki içeriği yazın.**
Örnek çözümün ilk satırı 34214 şeklinde yazılmalıdır.

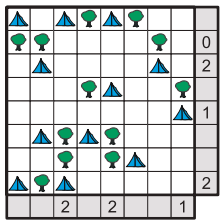
**Çadır:** Tüm ağaçlara bağlı birer çadır bulunmaktadır. Bu çadırların ağaçlara yatay veya dikey komşu karelerden bağlı olması gerekir. Dışarıda verilen sayılar ise ilgili satır veya sütundaki çadır sayısını gösteriyor. Ayrıca çadırların çaprazdan da olsa komşu karelerde olmaması gerekiyor.



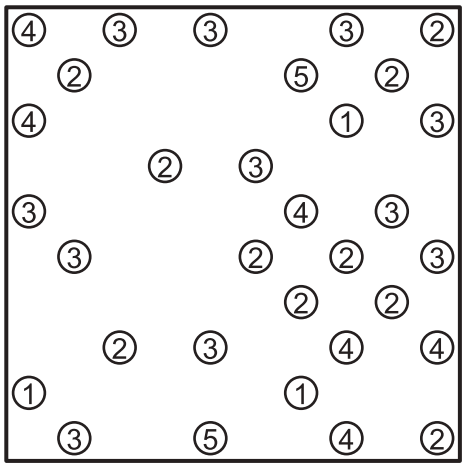



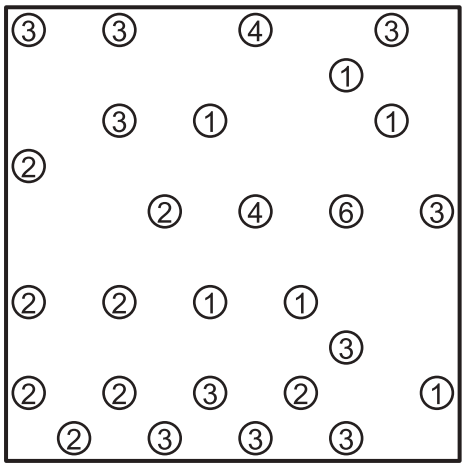

**Çadır**

Örnek Çözüm



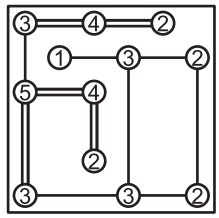

**Hashi:** Adaları köprülerle bağlayın. Sayılar o adadan toplam kaç köprü çıktığını göstermektedir. İki ada arasında en fazla iki köprü yer alabilir.



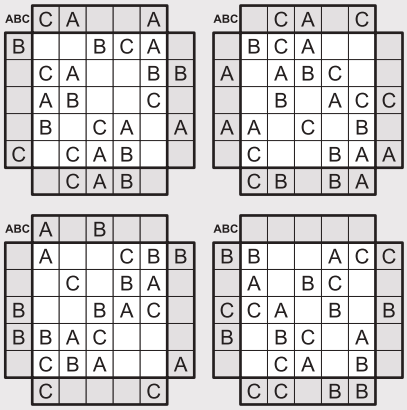


**Hashi**

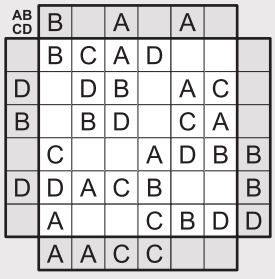
Örnek Çözüm



## Geçen Sayının Çözümleri




**ABC Kadar Kolay**

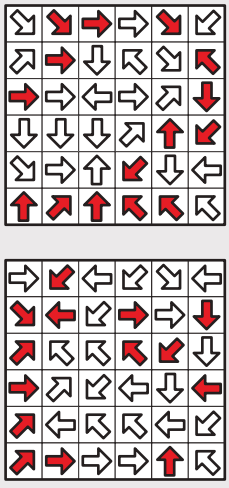



**Ödüllü Soru:**
**ABC Kadar Kolay**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 | 2 | 6 | 1 | 0 | 4 | 0 |
| 1 | 5 | 2 | 1 | 5 | 3 | 3 | 4 |
| 6 | 6 | 3 | 0 | 4 | 2 | 0 | 1 |
| 3 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 0 | 6 |
| 0 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 3 | 6 |
| 5 | 2 | 2 | 5 | 0 | 2 | 2 | 1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 |
| 6 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 |
| 6 | 6 | 1 | 1 | 6 | 0 | 0 | 4 |
| 2 | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 2 | 4 | 5 | 5 | 2 | 4 | 4 | 5 |
| 4 | 1 | 3 | 5 | 6 | 0 | 3 | 1 |
| 3 | 3 | 2 | 0 | 6 | 6 | 1 | 2 |

**Domino Avı**



**Oklar**

Satranç

Kıvanç Çefle [ *btsatranc@tubitak.gov.tr*

# 2023 Dünya Satranç Şampiyonası

2023 Dünya Satranç Şampiyonası geçtiğimiz günlerde sona erdi. Artık yeni bir şampiyonumuz var: Ding Liren.

Şampiyonluk maçı Kazakistan'ın Astana şehrinde 9-30 Nisan 2023 tarihleri arasında Çinli Ding Liren ile Rus Ian Nepomniachtchi arasında oynandı. Önceki dünya şampiyonu Norveçli Magnus Carlsen olduğuna göre, onun bu mücadelede neden yer almadığı sorusu akla gelebilir. 2013 yılında şampiyon olan Carlsen, en son 2021 yılında Nepomniachtchi ile şampiyonluk maçı yapmış ve unvanını korumayı başarmıştı.

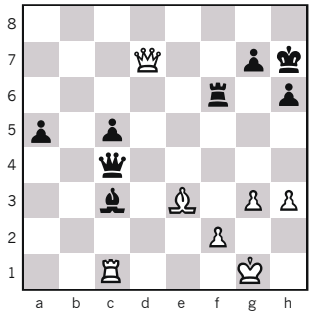
Ancak Carlsen daha sonra yeni bir şampiyonluk maçı için isteksiz olduğunu ve 2022 Adaylar Turnuvası'nı Alireza Firouzja (İran asıllı Fransız büyükusta) kazanmazsa maç yapmayabileceğini belirtmişti. 2022 Adaylar Turnuvası'nı Nepomniachtchi kazanınca Carlsen dediğini yaptı ve şampiyonluk maçına çıkmayacağını resmî olarak FIDE'ye bildirdi. Bu durumda FIDE, 2023 şampiyonasında Nepomniachtchi'ye karşı oynaması için Adaylar Turnuvası'nın ikincisi olan Liren'i davet etti.

Karşılaşmanın klasik zaman kontrolü altında oynanan ilk kısmında taraflar yenişemedi. Kurallara göre bu kısımda 14 oyun oynanacak ve en az 7,5 puan alan oyuncu maçı da kazanarak şampiyon olacaktı. Ancak 14 oyun sonunda rakipler puanları eşit olarak paylaşınca (7/7) hızlı zaman kontrollü ikinci bölüme geçildi. İlk üç oyun beraberlikle sonuçlandı, ancak dördüncü oyundan galip ayrılan oyuncu Liren oldu ve böylece satranç dünyası yeni şampiyonuna kavuştu. Liren'in, Çin'den çıkan ilk dünya satranç şampiyonu olduğunu da belirtelim.

Şimdi, sizlere mücadelenin sonucunu belirleyen nefes kesici son oyunun kritik anını sunuyoruz. Açılışta tarafların Ruy Lopez savunmasını seçtiği oyunda Nepomniachti'nin 42. Vd7 hamlesinden sonra aşağıdaki pozisyon oluşmuştu (Diyagram 1).

**Diyagram 1**

FIDE Dünya Satranç Şampiyonası
Dördüncü eşitlik bozma oyunu
Nepomniachti (2795) -
Liren (2788)



Liren burada **42. ...Ve2!** oynadı. Oyun şöyle sürdü:

**43. Vd5**

43. Kxc3? Ve1+ ardından siyah vezir c3'teki kaleyi alır.

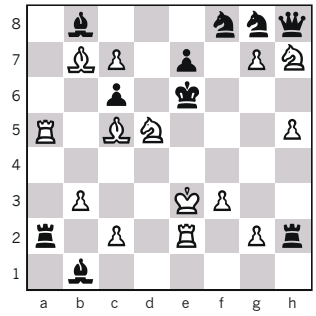
**43...Fb4 44. Ve4+ Şg8 45. Vd5+ Şh7 46. Ve4+**

Nepomniachti bu noktada hamle tekrarıyla beraberlik peşinde.

Ama onu bir sürpriz bekliyor:
**46...Kg6!**
Bu paradoksal hamle belki de şampiyonaya damgasını vuruyor! Siyah gönüllü olarak ikinci en kuvvetli taşını açmaz durumuna sokuyor. Ancak satrançta kâr-zarar hesabı büyük önem taşır, burada şahın beyaz vezirin şah çekmesinden korunması çok daha önemli.
**47. Vf5 c4**
Liren en büyük kozu olan geçer piyon avantajını devreye sokuyor.
**48. h4?**
Bilgisayar analizi burada siyaha en çok zorluk çıkartan hamlenin 48. Vf4 olduğunu söylüyor.
**48...Vd3! 49. Vf3 Kf6**
Zaman baskısı altında olan Liren burada kısa yoldan kazancı kaçırıyor: 49...Fd2 50. Kd1 c3 -+
**50. Vg4 c3! 51. Kd1 Vg6 52. Vc8 Kc6 53. Va8 Kd6 54. Kxd6 Vxd6 55. Ve4+ Vg6 56. Vc4 Vb1+ 57. Şh2 a4**
57...c2? 58. Ve4+ Şg8 59. Ve6+ beraberlik.
**58. Fd4 a3 59. Vc7?**
Nepomniachti 60. Vxg7# tehdidini yapıyor ama beraberlik fırsatını da kaçırıyor! 59. Fxg7! Şxg7 (59...c2? 60. Fd4! ve kazanan beyaz olur. Siyah şimdi vezir çıkamaz çünkü 61. Vf7# tehdidi var.). 60. Vc7+ ve beyaz sürekli şahla beraberliği yakalardı. En ufak bir tökezlemenin ne kadar dramatik sonuçlar doğurabileceğini gösteren ilginç bir varyant. Liren'in şansına, Nepomniachti 59. Fxg7! hamlesini görmüyor.
**59...Vg6! 60. Vc4 c2 61. Fe3 Fd6 62. Şg2 h5!**
Soğukkanlı Liren tedbiri elden bırakmıyor! 62...Fe5? (63...Fb2 fikriyle) 63. h5! (beyaz bu hamleyi hazırlamak için 62. Şg2 oynamıştı) 64...Vf5 65. g4! ve beraberlik!
**63. Şf1 Fe5 64. g4 hxg4 65. h5 Vf5 66. Vd5 g3 67. f4 a2 68. Vxa2 Fxf4** ve beyaz burada terk etti: 0-1.

**Problem Dünyasının Kaybı: Michael Lipton (1937-2023)**
Zamanımızın önemli kurgucularından İngiliz Michael Lipton geçtiğimiz günlerde 86 yaşında hayatını kaybetti. Aynı zamanda yoksulluk üzerindeki araştırmalarıyla tanınmış önemli bir ekonomist olan Lipton, özellikle iki hamlelik problemleriyle seçkinleşmişti. Size onun iki problemini sunuyoruz (Diyagram 2 ve Diyagram 3).

**Diyagram 2**
Michael Lipton
*Segal Anı Turnuvası,* 1962
Birincilik Ödülü



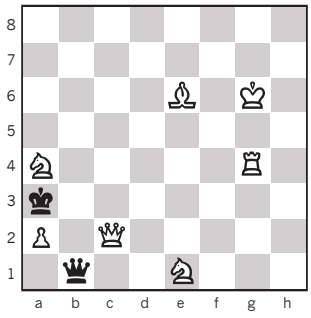
Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:
**1. Şd3+!**
**a) 1...Şxd5 Fa3#;**
**b) 1...Şf5 2. g4#;**
**c) 1...Şf7 2. gxf8=V#;**
**d) 1...Şd7 2. c8=V#.**

Siyah şahın çaprazındaki dört kareye kaçışına (burada d5, f5, f7 ve d7) **yıldız kaçış** (star flight) deniyor. Bu problemde her bir kaçışa karşılık beyaz farklı bir hamle yapıp mat ediyor. Problemin bir diğer özelliği anahtar hamle ile beyazın şah çekmesi. Özellikle iki hamlelik problemlerde bu son derece nadirdir. Ama unutmayalım, "satranç problemlerinde ilk hamlede şah çekilmez" diye bir kural yoktur!

Probleme ödül kazandıran özelliği ise deneme hamleleri. Beyaz şah ilk hamlede farklı bir kareye oynayamaz mıydı? Bunları da görelim: 1. Şf2+? Şf5! (2. g4??); 1...Şf4+? Şd7! (2. c8=V??); 1...Şd4+? Şf7! (2. gxf8=V??); 1. Şd2? Şxd5! (2. c4??). Bu deneme hamlelerinin ortak özelliği her birinin farklı bir beyaz taşı açmazda bırakması.

**Diyagram 3**
Michael Lipton
*The Observer*, 1966
Birinci Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

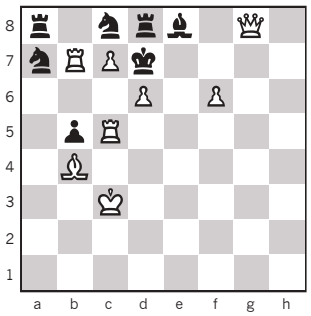
Çözüm:
**1. Fb3!** (zugzwang)
**a) 1…Vb2/Vd1 2. Vc5#/2. Vxb2#;**
**b) 1…Vxb3 2. Vxb3#;**
**c) 1…Va1 2. #Vc5#;**
**d) 1…Vc1 2. Vxc1#;**
**e) 1…Vxe1 2. Vb2#;**
**f) 1…Vxc2+ 2. Axc2#;**
**g) 1…Vxa2 2. Vxa2#.**

Anahtar hamle siyah vezirin hareket alanını sınırlandırarak siyahı zugzwang'a sokuyor. Yine de vezirin hâlâ oynayabileceği yedi hamle var ve beyaz bunlara farklı yanıtlar vermek zorunda. Yalın görünmesine rağmen zengin bir problem.

## Ayın Problemleri

Ayın problemlerinin ilki yine Michael Lipton'a ait:

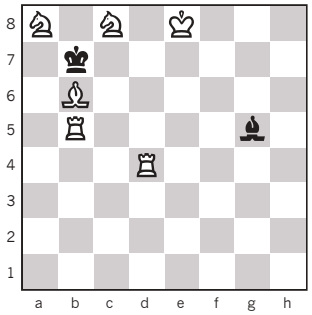
**Diyagram 4**
Michael Lipton
*British Chess Magazine*, 1962
Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

İkinci problemimiz:

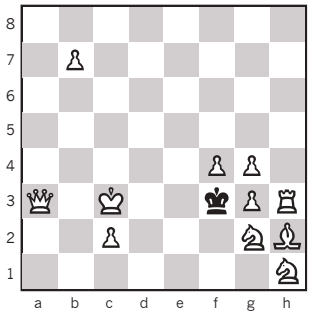
**Diyagram 5**
Viktor Çepijniy
*Mat Plus*, 1995
Dördüncü Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çepijniy'in kurgusunda da "yıldız kaçış" fikri işlenmiş, ayrıca dört adet tematik deneme hamlesi var. Ayın son problemi yıldız kaçış fikrine ilişkin en ünlü problemlerden. Eminiz çözdüğünüzde çok beğeneceksiniz.

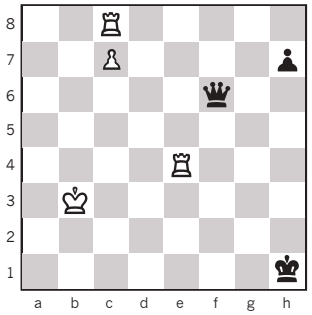
**Diyagram 6**
Jan Hartong
*Correspondence Chess*, 1958
Dördüncülük Ödülü



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

## Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

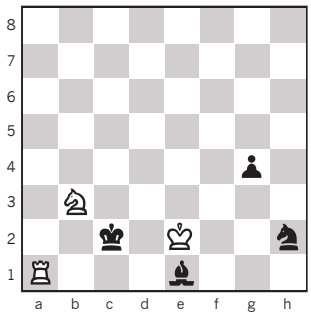
**Diyagram 7**
John Beasley
*The Problemist*, 1972
Üçüncü Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:
**1. Kh4+!!**
Beklenmedik bir feda…
**1…Vxh4 2. Kg8 Vh3+ 3. Şb4!**
Beyaz şahın başka bir kareye oynayamayacağına dikkat!
**3…Vh4+ 4. Şb5! Vh5+ 5. Şb6! Vh6+ 6. Şb7!** ve beyaz kazanır. Siyahın şah çekebileceği başka bir kare kalmadı.

**Diyagram 8**
Mark Liburkin
*Shakmaty v SSSR*, 1938
Dördüncülük Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:
Beyazın kalite üstünlüğü var ancak bu kazanmak için yeterli değil. Siyahın bir taşını daha almalı. Siyah fil e1'de alınabilir durumda gözükse de 1. Şxe1 Şxb3 değişiminden sonra güç dengesi değişmiyor.
Beyaz, atını siyah şahın tehdidinden kurtarabilir mi? Görelim:
**1. Ad4+ Şc3 2. Ab5+ Şc4**
3…Şb4 4. Kb1+ ve kazanır.
**3. Ad6+ Şc5 4. Ab7+ Şc6 5. Ad8+ Şc7 6. Ae6+**
Bu kovalamaca nereye kadar sürecek? Siyah şah, beyazın istediği kareye gelinceye kadar!
**6…Şd7**
6…Şe6 7. Ka6+
**7. Af8+ Şe7 8. Ag6+ Şf7 9. Ah8+ Şg7**
Beyazın beklediği an geldi.
**10. Kxe1 Şxh8 11. Kh1 g3 12. Şe3 Şg7 13. Şf4 g2 14. Kg1 Af1 15. Kxg2+ Şh6 16. Kf2** ve beyaz kazanır.

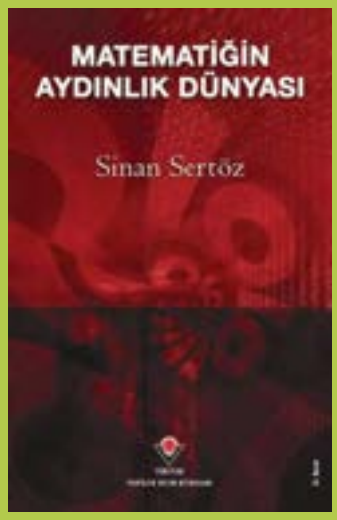
# Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [ *bteknik@tubitak.gov.tr*

*Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi*
*Matematik Bölümü*

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
***Matematiğin Aydınlık Dünyası***




**Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.**

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

# Birim Kareleri Boyayan Cücelerin Belirlenmesi

Yaşadıkları çiftliği ziyaret eden Keloğlan'a, cüceler 11×11 kareden oluşan, satranç tahtası şeklinde bir tablo hediye ederler. Cüceler Keloğlan'a bu tabloyu birlikte çizdiklerini ve çiftlikte yaşayan toplam 121 cüceden her birinin bu satranç tahtasının tam olarak bir birim karesini kendi istediği bir renge boyadığını söylerler.

Tabloyu inceleyen Keloğlan her bir birim karenin kendine has bir rengi olduğunu fark eder. Tabloyu çok beğenir ve cücelere hangi birim karenin hangi cüce tarafından boyandığını sorar. Cüceler bu soruyu doğrudan cevaplamazlar ancak Keloğlan'dan onlara dolaylı sorular sorarak cevabı kendisinin bulmasını isterler.

Cücelerin kurallarına göre, Keloğlan her bir soruda bir $1 \leq m \leq 11$ tam sayısı alıp satranç tahtasının $m^2$ birim kareden oluşan istediği bir m×m'lik kısmını seçerek bu $m^2$ birim kareyi hangi cücelerin boyadığını sorabilir. Keloğlan isterse farklı sorularda farklı m sayıları alabilir. Cevap olarak cüceler bu $m^2$ birim kareyi boyamış cücelerin isimlerini gelişigüzel bir sırayla bir kâğıda yazıp Keloğlan'a ileteceklerdir.

Keloğlan cücelere en az kaç soru sorarak tablodaki 121 birim kareden her birinin hangi cüce tarafından boyandığını öğrenebilir?

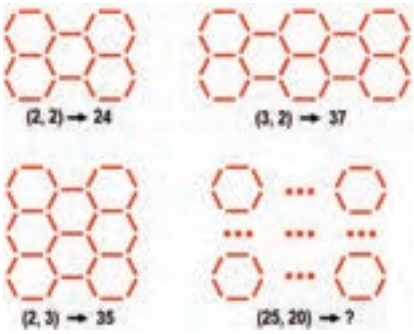
Keloğlan'ın bunu nasıl yapması gerektiğini açıklayın ve onun neden daha az sayıda soru sonucunda amacına ulaşmasının mümkün olamayacağını da kanıtlayın.

# Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [ *zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

## PETEK

Soru işaretinin yerine gelecek sayıyı bulunuz.

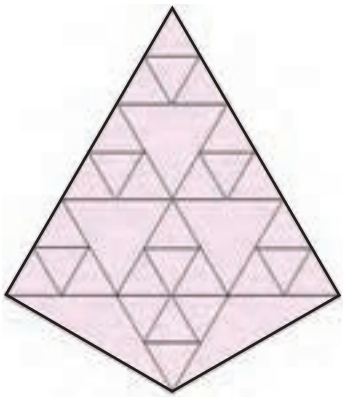



## BEŞ ÖĞRENCİ

Beş öğrenci iki gruba ayrılarak aralarında bir yarışma yapacaklardır. Her grupta en az bir öğrenci olacağına göre bu grup oluşturma işi kaç farklı biçimde yapılabilir?

## ÜÇGENLERİN SAYISI

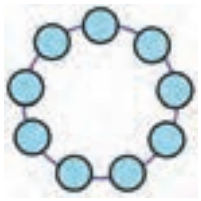
Bu şekilde toplam kaç üçgen var?



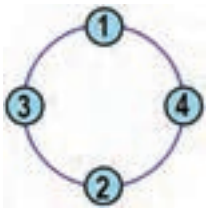
## DOKUZ KİŞİ

Dokuz kişi bir yuvarlak masa etrafında oturmaktadır. En genç iki kişinin yan yana oturma olasılığını hesaplayınız.

## ÇARPIMLARIN TOPLAMI

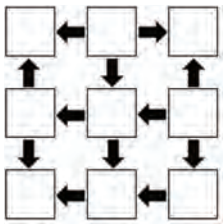


1'den 9'a kadar olan 9 sayıyı dairelere öyle yerleştiriniz ki, birbirlerine komşu olan tüm dairelerin çarpımlarını topladığınızda elde edeceğiniz toplam en küçük olsun.




Örnek: Aynı soru 1'den 4'e kadar olan sayılar için sorulsaydı cevap 21 olacaktı:
(1x4) + (4x2) + (2x3) + (3x1) = 21

## OKLU SAYILAR



1'den 9'a kadar olan rakamları boş karelere öyle yerleştiriniz ki;

- Kareler arasındaki okların yönü küçük rakamdan büyük rakama doğru olsun.
- Komşu karelerdeki (yatay ve düşey) rakamlar arasındaki fark en az 2 olsun.

## İŞLEM SONUCU

Üç öğrenci bir tam sayı tutarlar. Birinci öğrenci bu sayıyı 2 ile çarpıp 2 ekler. İkinci öğrenci sonucu 3 ile çarpıp 3 ekler. Üçüncü öğrenci ise sonucu 4 ile çarpıp 4 ekler. Elde edilen sonuç aşağıdakilerden hangisi olabilir?

**A)** 440 **B)** 4440 **C)** 44440 **D)** 444440

## SORU İŞARETİ

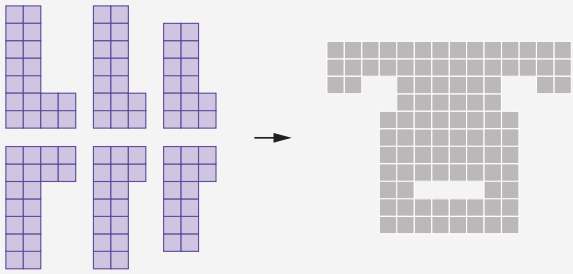
Soru işaretinin yerine hangisi gelecek?

### BASAMAK DEĞİŞİMİ

Büyük bir sayının en soldaki basamağı alınıp en sağdaki basamağa getirilince elde edilen sayının arttığı görülüyor. Bu artış en az kaç olabilir?

### ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



## GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

### NE YAZIYOR?

BASKETBOL. Yazı, 180 derece döndürülmüş ve orta bölümü silinmiştir.

### BOYACILAR

8 dakika.
2/(1/10+1/12+1/15)=8

### BEŞ RAKAM

52x431=22.412

### SORU İŞARETİ

C

9X4-3=33

### ŞİFRELİ ATASÖZÜ

GERÇEKDOSTKÖTÜGÜNDEBELLİOLUR
MUNTUSLÜVBSEBIMIZLUYUDDOÜDAN

### PİYONLAR

90 farklı biçimde yapılabilir.

### SON SAYI

7005

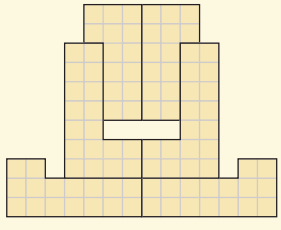
### İKİ EŞİTLİK

A=5, B=4, C=3

### SINAV SORUSU

22/27
1-(1-2/3)x(1-1/3)x(1-1/6)=22/27

### ALTI "L"



# Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

## Poincaré Sanısı – Geometri, Topoloji ve Evrenin Şekli

Donal O'Shea
Çeviri: Bilge Tanrıseven

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2017 (1. Basım)

*Poincaré Sanısı* temelde tek bir problem hakkındadır. Fransız matematikçi Henri Poincaré tarafından 1904 yılında formüle edilen problem, o zamandan bu yana matematikçileri hem büyülemiş hem de canlarını sıkmıştır. Problem, kendisi de ünlü bir matematikçi olan Grigory Perelman tarafından çözüldü. Poincaré sanısı ile Perelman'ın ispatı çağımızın en büyük başarılarından birisidir. Bu kitap, sanının ve ispatının arkasında yatan matematiğin öyküsünü anlatır. Matematikten akılcı bir biçimde bahsedebilmek için yalnızca sonuçları değil, o sonuçları ortaya koyan insanları da anlatmak gerekir.

Poincaré sanısının hikâyesi, beş bin yıl önceki Babil'den günümüz Saint Petersburg'una, kuzey New York Eyaleti'ne ve Madrid'e uzanmaktadır. Keşifleri, savaşları, bilim derneklerini ve araştırma üniversitelerinin ortaya çıkışını anlatır. Başka bir deyişle *Poincaré Sanısı*; geometrinin tarihini, Öklid dışı geometrinin keşfini ve topoloji ile diferansiyel geometrinin doğuşunu beş bin yıl öncesinden başlayarak düzinelerce toplum ve beşerî kurum ile yüzlerce bireyin hikâyesi üzerinden açıklayan bir başucu kitabı niteliğindedir.

## En Büyük Tutkum Matematik

Miguel Tanco
Çeviri: Melike Erol

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7 yaş +, 2023 (1. Basım)

Dünyanın güzelliklerini görmenin sonsuz yolu vardır. Matematik de bunlardan birisidir.

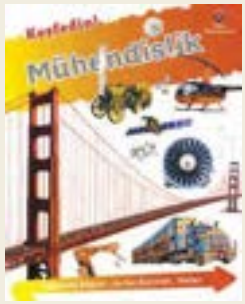
## Bu Ne Çok Atık

Jess French
Çeviri: Ezgi Su Dağabak

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
10 yaş +, 2023 (1. Basım)

Çöplerden yemek artıklarına, fabrika gazlarından eski elektronik cihazlara kadar tüm atıkların nereye gittiğini, gezegenimizin bu atıklardan nasıl etkilendiğini ve bu sorunu çözmek için neler yapıldığını keşfedin. Bu kitapta, gezegenimizi korumak için yapabileceklerimize dair heyecan verici birçok fikir bulabilirsiniz. En basit ve en küçük değişiklikler bile büyük dönüşümler sağlayabilir.

## Keşfedin! Mühendislik




Lizzie Davey, Garima Sharma

## Keşfedin! Kodlama

Lizzie Davey

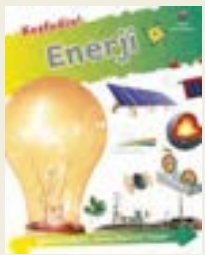
## Keşfedin! Enerji

Olivia Stanford, Abhijit Dutta, Kritika Gupta

## Keşfedin! Robotlar

Olivia Stanford, Kritika Gupta

Çeviri: Bilge Tanrıseven
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
10 yaş +, 2023 (1. Basım)




Büyük fikirler içeren bu küçük kitaplar; mühendislik, kodlama, enerji ve robotlar dünyasından şaşırtıcı bilgiler ve inanılmaz resimlerle dolu. Keyifle okurken önemli bilgiler de edineceksiniz.